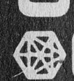
PUIU CORNELIU
DUMITRIU



colecția cristal

TELEVIZIUNEA
ieri — azi — mîine

EDITURA ALBATROS

1. INTRODUCERE

Se consideră uneori că televiziunea este o tehnică nouă, deși drumul ei de la începuturi pînă astăzi a fost anevoios și depășește o sută de ani. Tinerețea ei aparentă este sugerată de modul spectaculos în care un număr mare de cunoștințe și experiențe acumulate în trecut au fost înmănuncheate și redate într-o versiune atît de apropiată aspirațiilor noastre, ale beneficiarilor de astăzi.

Ideea de a concepe un instrument care să prelungească vederea dincolo de linia orizontului își are originea în trecutul îndepărtat. Invenția telescopului, apoi a telegrafului, au inspirat oameni înzestrați cu entuziasm să imagineze instalații și procedee pentru transmiterea imaginilor la distanță. Demersurile acestor pionieri au rezonanțe destul de vagi în televiziunea modernă. Totuși, unele idei care au beneficiat de sprijinul contemporanilor au fost experimentate cu mijloacele tehnologice modeste, caracteristice acelei societăți. Deși premature pentru a deveni aplicative, încercările acestor înaintași au condus la formularea unor principii pe care televiziunea și le-a însușit pentru totdeauna.

O dată cu începutul secolului XX, prin sinteza cunoștințelor vaste acumulate de predecesori, oamenii de știință au creat un suport nou cu rezerve imense pentru progresul tehnologic așteptat.

Tehnica televiziunii de astăzi nu este o invenție și nici o descoperire. Elementele de referință, în dezvoltarea ei rapidă, coincid cu reușita cercetătorilor de a alege și a asocia fenomene și date cunoscute din alte domenii într-o formă nouă cu caracter original. Electromagnetismul, optica, informatica sînt izvoare ale televiziunii moderne ; matematica, la rîndul ei, ne ajută s-o cunoaștem mai bine. Teoria matematică a comunicației

a elaborat legile generale ale transmisiei semnalelor. Se cunoaşte astăzi cu exactitate volumul informaţional imens de care dispune sistemul de televiziune şi care-i asigură nivelul ierarhic maxim în rîndul mijloacelor de comunicaţie create de om.

Implementarea dispozitivelor semiconductoare şi-a găsit aplicabilitate imediată în televiziune. În deceniul următor anului 1950 a fost produsă o varietate largă de tranzistoare care puteau îndeplini funcţiile tuburilor electronice cu vid. Apariţia circuitului integrat a accelerat ritmul de asimilare al semiconductoarelor. Noile tehnologii facilitează micşorarea gabaritului echipamentelor şi reducerea substanţială a consumului de curent electric.

Procedeele şi mijloacele tehnicii de calcul au deschis perspectiva producerii şi transmiterii semnalelor în formă digitală.

O componentă esenţială în dezvoltarea televiziunii este opţiunea factorului uman. Trecerea de la imaginea în alb-negru la imaginea în culori nu a epuizat posibilităţile multiple de percepţie ale omului. În prezent se experimentează cîteva variante ale televiziunii în relief. Sistemele concepute şi prezentate publicului nu îndeplinesc deocamdată condiţiile necesare generalizării lor.

Ultimul deceniu a deschis perspective şi de altă natură. Relaţia televizor-videocasetofon, depăşind pragul studioului, face parte din sfera de interes a telespectatorilor. Serviciile oferite de televiziunea prin cablu, transmiterea datelor suplimentare în interiorul canalului video sau recepţia directă de la satelit, suscită preferinţele beneficiarilor.

Pe de altă parte, într-o măsură crescîndă se manifestă dorinţa telespectatorilor de a dispune de cunoştinţe generale referitoare la tehnica de televiziune.

Incursiunea noastră nu-şi propune să abordeze subiectul în detaliile lui. Din acest motiv au fost preferate descrierile fenomenelor fizice şi exemplificările sugestive însoţite, ori de cîte ori a fost posibil, de istorisirea evenimentelor. Ne-am bazat pe faptul cunoscut, că evenimentele fie ele cît de banale, tehnice sau nu, au în conţinutul lor elemente atrăgătoare, menite să susţină interesul celor dornici de cunoaştere.

2. IZVOARELE TELEVIZIUNII

Tehnica televiziunii a fost anticipată de dorinţa oamenilor de a extinde posibilităţile vederii la distanţe mari, sau în locuri situate în afara cîmpului de observaţie curent. Istoria consemnează primele mijloace de comunicaţie vizuală : necesitatea transmiterii mesajelor în imensele teritorii stăpînite de popoarele antice a condus la construirea unor turnuri de foc instalate pe înălţimi. Legenda spune că vestea căderii Troiei, în urmă cu 3 000 de ani, a fost anunţată surprinzător de repede, graţie unui astfel de sistem. Într-o versiune mai modernă şi cu destinaţia modificată, foişoarele de foc au fost folosite mai tîrziu pentru semnalarea incendiilor atît de frecvente în oraşele medievale.

Pe măsura dezvoltării societăţii, oamenii au simţit însă necesitatea unor mijloace de comunicaţie mai rapide, care să transporte mesajele lor scrise sau verbale la distanţă mare. Dar cît de repede poate fi difuzat un mesaj ? Ne reţine atenţia o expresie întîlnită în basmele şi legendele românilor a căror origine se pierde în negura timpurilor. Pe atunci oamenii îşi doreau ca ştirile lor să ajungă la destinaţie „ca vîntul şi ca gîndul". Viteza vîntului şi gîndului erau considerate performante într-o societate cu un nivel de cunoaştere modest a tainelor naturii. Oricine poate enumera astăzi o mulţime de fenomene a căror viteză de desfăşurare depăşeşte vîntul. Nici gîndul nu este un element de referinţă satisfăcător în comparaţie cu vitezele de lucru ale unor mijloace tehnice create de om. Timpul consumat de noi pentru a aduna două numere fără creion şi hîrtie este suficient unui calculator electronic pentru a efectua cîteva mii sau sute de mii de operaţii aritmetice.

În secolul trecut s-a descoperit faptul că propagarea curentului electric prin conductoare are loc cu viteza

impresionantă de 300 000 km/s și corespunde vitezei de propagare a luminii în Univers. Succesele obținute, pe plan teoretic și experimental, în cunoașterea tainelor fenomenelor electrice au fost dublate curînd de realizări practice răsunătoare. A apărut ideea închiderii și deschiderii circuitului electric într-un ritm convenabil pentru a transmite pe această cale informații utile cu viteza performantă de 300 000 km/s.

În 1873, pictorul american F.S.B. Morse, a imaginat o metodă simplă pentru codificarea literelor alfabetului latin, bazată pe întreruperi cu durată scurtă și prelungită. Sistemul a fost denumit „telegrafie“ și a cunoscut o extindere extrem de rapidă în întreaga lume. După cîțiva ani, oamenii au beneficiat de un al doilea mijloc de comunicație la distanță : telefonul. Principiul este simplu. Același circuit electric, alimentat de la o baterie, este conectat la unul din capete cu o cutie cu praf de cărbune, iar la celălalt capăt cu un electromagnet.

În atmosfera de entuziasm produsă de cele două invenții, se considera că a sosit timpul ca omenirea să beneficieze de un al treilea mijloc de comunicație, care să prelungească vederea la distanță. Speranțele s-au dovedit premature. Totuși ideea a beneficiat de mult sprijin din partea unor oameni cu profesii din cele mai diferite. Ea a produs o impresie puternică romancierului și scriitorului de anticipație Jules Verne. În cartea sa *Castelul din Carpați* el semnalează prezența unei instalații video și fonice destinată legăturii cu persoane aflate la o distanță de mii de kilometri. Elementele de mister care învăluie acțiunea sînt îmbinate armonios în spațiul geografic și spiritual românesc.

Primele demersuri întreprinse pentru televiziune se datoresc unei întîmplări. Evenimentul s-a petrecut în anul 1866 într-o mică localitate irlandeză, punctul terminus al cablului de comunicație transoceanic între Valentia și Heart's Content. În cursul operației de așezare a cablului s-au utilizat pentru verificări bare de seleniu, un element cu rezistență specifică mare. Spre surpriza telegrafiștilor, s-a constatat o modificare importantă a propagării semnalelor în linie fără nici un motiv aparent. După căutări îndelungate, s-a observat că razele soarelui

influențau conductivitatea electrică a barelor de seleniu. Astfel s-a descoperit cu totul întîmplător fenomenul denumit „fotoelectricitate“.

Știrea a făcut senzație în rîndul marelui public. În jurul apariției televiziunii se crease o atmosferă comparabilă cu aceea prilejuită de emoțiile care preced astăzi marile confruntări sportive cu balonul rotund. Publicațiile timpului erau asaltate de articole cu titluri ca : „Vedem cu ajutorul curentului electric“, „Seeing by electricity“, „Voir par la telegraphe“, „Elektrische Telescopie“ etc., care sugerau utilizarea proprietăților remarcabile ale seleniului pentru a „vedea la distanță“.

Denumirea de „televiziune“ era necunoscută în acea epocă. Ea a intrat în circulație universală în primul an al secolului XX.

Primele încercări de utilizare a seleniului în aplicații de televiziune au eșuat în mod lamentabil, deoarece s-a constatat că o placă de seleniu nu reacționează asemă-

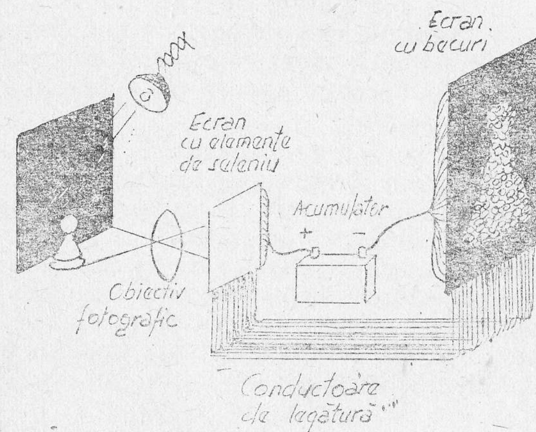


Fig. 1. Proiectul instalației de transmisie și recepție a imaginii la distanță pe conductoare individuale.

nător unei pelicule fotografice. Detaliile proiectate cu ajutorul unui obiectiv fotografic obișnuit, nu au rezistența electrică diferențiată în raport cu suprafețele înve-

cinate. Lumina modifică global comportamentul întregii plăci. S-a ajuns astfel la constatarea importantă că suportul fotosensibil pe care se proiectează imaginea trebuie să fie compus din mai multe celule de seleniu izolate între ele. Cu cît numărul lor este mai mare, cu atît pot fi obținute mai multe detalii ale imaginii captate. Pe această bază a fost imaginat un sistem de televiziune care conținea un mozaic de celule de seleniu la transmițător și un ecran alcătuit dintr-un număr egal de becuri în punctul de recepție (fig. 1). Fiecare celulă este conectată cu becul corespunzător și cu sursa de alimentare comună : o baterie electrică. Strălucirea becului este proporțională cu gradul de iluminare al celulei, pe care obiectivul fotografic proiectează un detaliu al imaginii captate. Imaginea recuperată reproduce originalul cu aproximație. Din cauza numărului redus de elemente, claritatea este modestă și comparabilă cu aceea a motivelor decorative țesute pe covoarele orientale. Consemnăm în treacăt, că reproducerea fidelă a unui subiect într-o transmisie modernă de televiziune este asigurată de un mozaic fotosensibil și un ecran de recepție care descompun imaginea în peste 300 000 de elemente. Evident că o astfel de densitate pe o suprafață de dimensiuni reduse nu putea fi atinsă în urmă cu o sută de ani.

Să comparăm panoul cu elemente de seleniu conceput la sfîrșitul secolului trecut, cu dispozitivul fotosensibil modern introdus într-un tub de captare a imaginii. În primul caz, pe o suprafață de mărimea unei cărți poștale, cu greu puteau fi dispuse cîteva sute de celule de seleniu. Pentru interconectarea lor era necesar un păienjeniș de conductoare. Spre deosebire de această „mașinărie“, suprafața fotosensibilă din tubul de captare modern nu depășește 1 cm^2 și conține cîteva sute de mii de elemente izolate între ele. Cu ochiul liber nu pot fi distinse. Sîntem martorii unui salt tehnologic impresionant care înglobează deopotrivă un mare volum de inteligență creativă. La rîndul lui, ecranul cu becuri a fost abandonat și înlocuit cu mozaicul electroluminiscent din tubul cinescop al televizoarelor noastre.

Proiectul instalației de televiziune cu becuri și celule de seleniu a fost trecut în rîndul amintirilor din epoca pionieratului. Pentru conectarea transmițătorului cu

receptorul erau necesare cîteva sute de conductoare de cupru. Pe lîngă faptul că în secolul trecut acest material era extrem de costisitor și se producea în cantități mici, cerințele instalației de televiziune, generalizate la nivelul publicului, ar fi depășit rezervele mondiale de cupru.

Șirul încercărilor fără succes a avut totuși un rezultat pozitiv. Cercetătorii instalațiilor de televiziune și-au reorientat eforturile în direcția studiului mai profund al mecanismului vederii. S-a ajuns astfel la convingerea unanimă că televiziunea trebuie să reproducă cel puțin cu aproximație proprietățile și funcționarea ochiului omenesc.

Unele din elementele organului vederii au avut o corespondență directă și în cazul experiențelor fără succes, destinate să materializeze „ochiul electric“. Rolul cristalinului este îndeplinit de obiectivul aparatului fotografic. Retina este echivalentă cu mozaicul de elemente fotosensibile, iar mănunchiul de conductoare electrice este asemănător nervului optic.

S-a constatat însă că ochiul omenesc analizează și transmite imaginea către receptorul impresiilor vizuale într-un mod cu totul diferit de cel adoptat cu ocazia primelor experiențe de televiziune.

Preocupările referitoare la fiziologia ochiului își au originea în trecutul îndepărtat. În jurul anului 1000, un mare gînditor al orientului, Alhazen din Buhara, studia mecanismul vederii. În lucrarea sa *Tratat de optică* afirmă fenomenul persistenței imaginii pe retină. Această proprietate, denumită astăzi „inerție a vederii“, permite ochiului să perceapă în totalitatea ei o imagine descrisă de un singur punct luminos care se deplasează cu viteză mare pe ecranul unui televizor. Constatările lui Alhazen au sugerat televiziunii procedeul de simulare cu mijloace tehnice a mecanismului de captare și reproducere a imaginii.

O contribuție importantă la cunoașterea mecanismului vederii, o datorăm lui Leonardo da Vinci. Reluînd ideile avansate de înaintașii săi, el demonstrează că ochiul nu poate urmări detaliile obiectelor în mișcare rapidă și continuă să vadă un timp mai îndelungat decît este necesar. Datorită inerției vederii, ochiul integrează

mişcarea circulară a braţului unui om care ţine în mînă o făclie şi creează senzaţia că cercul descris este staţionar. Leonardo da Vinci mai precizează o particularitate a mecanismului vederii care sugerează televiziunii modul de explorare a imaginii. Să-l cităm pe autor : „...deşi ochiul vede întreaga imagine oferită, el se concentrează asupra zonei centrale a acesteia. Pentru a reţine toate elementele imaginii, o testează necontenit ca şi cînd ar pipăi-o". Acest aparat optic atît de imperfect dar atît de bine construit, spunea Leonardo da Vinci, pare a fi înzestrat cu raţiune. Cercetările efectuate mai tîrziu au confirmat intuiţia marelui savant de la sfrşitul evului mediu.

Studiile moderne referitoare la mecanismul vederii descriu dinamica percepţiei vizuale astfel : ochiul analizează treptat regiuni mici din imagine pe care le proiectează pe retină. El execută mişcări sacadate, fixînd treptat privirea în diferite puncte de pe suprafaţa imaginii, puncte distribuite în special de-alungul contururilor în care se concentrează majoritatea informaţiei conţinute în imagine. Regiunile cu detalii puţine care conţin o cantitate neglijabilă de informaţie, aproape nu sînt analizate (fig. 2).

Acest mod de analiză a imaginii, nu a fost preluat direct de televiziune, din cauza dificultăţilor de realizare a unui sistem de explorare atît de complicat. Astfel de impedimente pot fi depăşite astăzi cu ajutorul tehnologiilor moderne dar ele nu sînt operative în timp real.

Principiul explorării în televiziune este mai simplu şi constă în analiza succesivă a tuturor elementelor imaginii într-o ordine determinată şi cu viteză determinată. Informaţia corespunzătoare strălucirii fiecărui element, este transformată în semnal electric şi transmisă la receptor. Dacă explorarea este repetată şi se desfăşoară suficient de rapid, ochiul reţine senzaţia vizuală pe baza proprietăţii de inerţie şi creează impresia de percepţie simultană a imaginii transmise. Această particularitate a vederii este esenţială pentru cinematografie şi televiziune.

Deşi complexă, inerţia vederii poate fi demonstrată cu mijloace simple. Pe timpuri, copiii se amuzau cu un

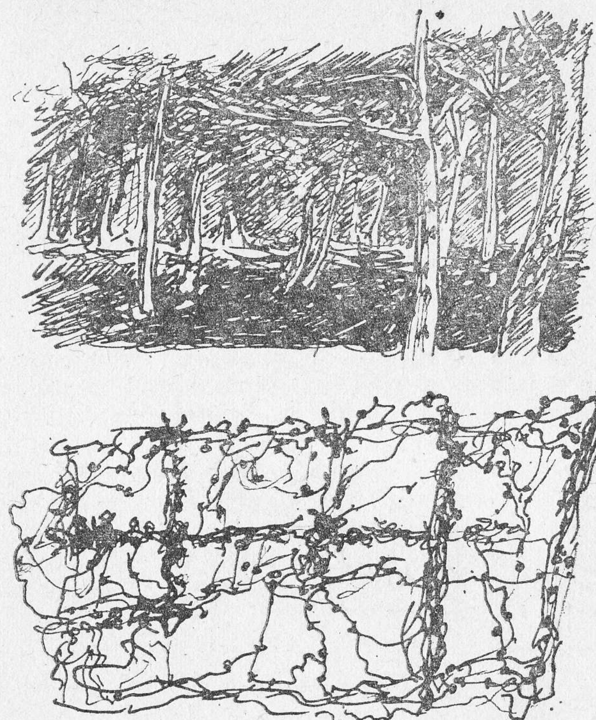


Fig. 2. Schema punctelor de fixare în procesul vederii imaginii.

joc pe care şi-l confecţionau singuri (fig. 3). Pe o filă de hîrtie îndoită, se desenează un personaj în două exemplare identice, cu excepţia unui singur detaliu, care urmează să sugereze impresia de mişcare. Subiectul poate fi un fierar cu barosul ridicat deasupra nicovalei. În cea de a doua replică, braţul fierarului se desenează coborît, cu barosul pe nicovală. Se înfăşoară prima filă pe un creion sau un beţişor. Mişcînd destul de repede creionul spre dreapta şi spre stînga, se obţine o imagine în mişcare. Cele două poziţii ale barosului, deşi staţionare, sînt percepute de ochiul nostru dinamic, din cauza inerţiei mecanismului vederii.

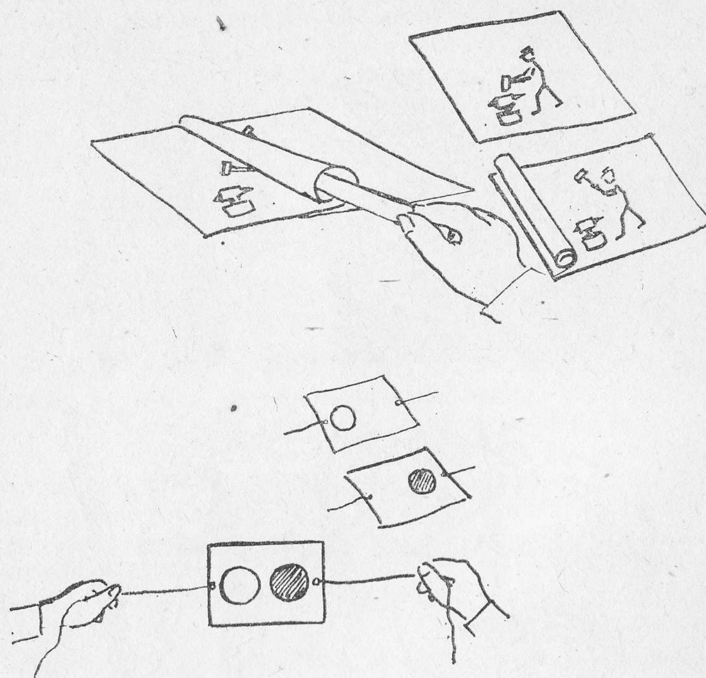


Fig. 3. Experiențe simple pentru demonstrarea inerției vederii.

Să mai adăugăm un alt joc de copii : pe ambele fețe ale unui carton se desenează cîte un obiect. Rotind destul de repede cartonul în jurul axei orizontale cu ajutorul unei sfori, se obține un efect asemănător celui precedent. Cine a imaginat acest joc distractiv ? Paternitatea îi aparține englezului Henry Fitton care l-a construit în anul 1825 dîndu-i denumirea de „traumatrop". Personalitatea autorului este legată de istoria cinematografiei. Jocul imaginat de Fitton este un prim pas care marchează trecerea de la fotografie la imaginea în mișcare, iar pentru noi, o demonstrație convingătoare : ochiul omului persistă să perceapă obiectele observate, un timp destul de îndelungat după dispariția lor din cîmpul vizual.

Pe baza acestor constatări, după insuccesul primei instalații de televiziune cu transmisie simultană a imaginii pe mai multe conductoare, a fost propusă modificarea modelului inițial (fig. 4). Instalația a fost completată cu două comutatoare rotative care leagă pe rînd cîte o celulă de seleniu cu becul corespunzător de pe panoul receptorului. Pentru experimentare, comutatoarele transmițătorului și receptorului au fost legate între ele în modul cel mai simplu, cu ajutorul unui ax comun. Informațiile de natură electrică sînt transmise utilizînd o singură pereche de conductoare. Dacă becurile se aprind pe rînd, unul cîte unul și explorarea este suficient de rapidă, astfel încît într-un interval de timp de o zecime de secundă să fie acționate toate becurile receptorului, ochiul nu sesizează subtilitatea și are impresia că s-au aprins simultan. Față de varianta inițială, consumul de conductoare electrice este mai redus. Din acest punct de vedere, sistemul devine comparabil cu telegraful sau telefonul.

Deși mai economică decît prima, nici cea de a doua sugestie nu a avut aplicabilitate la timpul ei, din cauza lipsei unor becuri cu aprindere instantanee, consum mic și luminozitate bună. Au mai trecut cîteva decenii pînă cînd o astfel de instalație a devenit funcțională, de

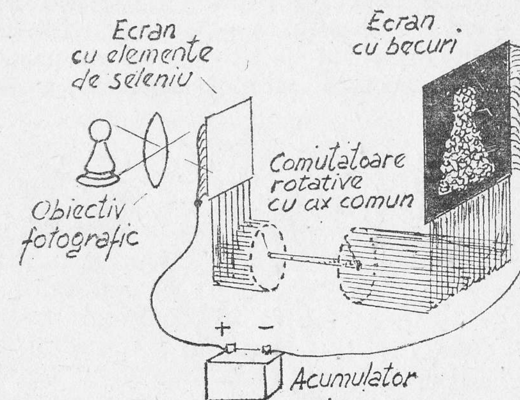


Fig. 4. Proiectul instalației de transmisie și recepție a imaginii la distanță după un procedeu secvențial cu două conductoare.

această dată, echipată cu fotoelemente de mare sensibilitate, amplificatoare și tuburi cu descărcări în gaze rarefiate lipsite de inerție. Aceste dispozitive tehnologice moderne au permis construirea unor ecrane de recepție mari, destinate demonstrațiilor pentru public.

*

Prima instalație de televiziune realizată în practică a apărut după un deceniu de experiențe infructuoase. Reținînd ideea transmiterii informației de strălucire pe un singur conductor, Paul Nipkow, student la universitatea din Berlin, a construit în anul 1884 o instalație mecano-electrică destinată vederii la distanță (fig. 5).

Imaginea este descompusă în puncte cu ajutorul unui disc perforat. Sinteza ei la recepție este efectuată cu un disc asemănător. Instalația lui Nipkow a fost concepută prin analogie cu modul în care oamenii obișnuiesc să citească. Unii susțin că citesc aruncînd privirea o singură dată asupra conținutului fiecărei pagini ; majoritatea însă își plimbă vederea de-a lungul rîndurilor. Cei mai mici, din primul an de școală, parcurg literă după literă.

Marele scriitor român Ion Creangă povestește în amintirile sale despre metoda „buchiselii“ folosită pe timpuri pentru a deprinde copiii cu „meșteșugul“ cititului, urmărind cu degetul pe carte cuvintele, literă după literă. Invenția lui Nipkow este surprinzător de asemănătoare cu această tehnică depășită a învățării.

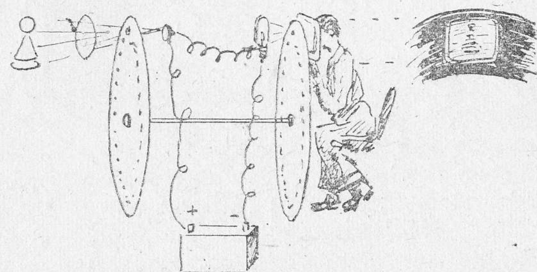


Fig. 5. Transmisia și recepția imaginii cu discul lui Nipkow.

Discul are un număr de perforații dispuse în spirală, egal cu numărul rîndurilor paginii. Fiecare orificiu descoperă una cîte una literele unui rînd. Dacă mișcarea discului este suficient de rapidă, se creează impresia că ochiul vede simultan întreaga pagină. S-a constatat că această condiție este îndeplinită dacă discul se rotește de 12,5 ori pe secundă. La transmițător, fotoelementul „vede“ succesiv cîte un detaliu al subiectului proiectat de un obiectiv fotografic prin orificiile discului. Deoarece fiecare element al imaginii se deosebește de cel alăturat prin strălucirea lui, curentul produs de fotoelement se modifică în același ritm. Discul de la recepție este asemănător. Strălucirea detaliilor imaginii este reprodusă de un bec electric cu inerție mică.

Imaginea transmisă și recepționată este cu atît mai clară, cu cît numărul perforațiilor din discuri este mai mare și diametrul lor este mai mic. Creșterea numărului orificiilor atrage după sine creșterea gabaritului discurilor. Micșorarea diametrului orificiilor diminuează cantitatea de lumină proiectată pe fotocelulă. Imaginea obținută, deși mai clară, devine prea întunecată. Dorim o imagine mai clară ? Mărim numărul de perforații, în schimb obținem o imagine mai puțin strălucitoare. Dorim o imagine strălucitoare ? Trebuie să micșorăm numărul de perforații și să acceptăm inevitabil pierderea masivă a detaliilor.

Incapacitatea instalației lui Nipkow de a soluționa aceste două cerințe contradictorii, au făcut ca „ochiul electric“ conceput la sfîrșitul secolului trecut să ajungă din nou în impas. Totuși, metoda de explorare a imaginii element cu element, atît la captare cît și la redare, a fost adoptată definitiv în televiziune.

Transmisia imaginii la distanță și proiectele „ochiului electric“ continuau să fie confruntate cu dificultăți greu de soluționat în condițiile tehnologice pe care le putea oferi societatea secolului trecut. În anul 1909, un expert internațional în telegrafie, caracteriza această stare de lucruri într-un mod extrem de pesimist :

„Inventatorii care pretind că pot transmite pe un singur canal (linie telefonică) imaginea unui obiect mai complicat și o fac să apară cu o fracțiune de secundă mai tîrziu la distanță, nu trebuie luați în serios. În cel mai

bun caz ei sînt gînditori optimiști sau vizionari convinși că ideile lor pot fi transpuse tehnic în practică".

Treptat s-a dovedit că materializarea unei instalații de vedere la distanță nu poate fi așteptată ca o invenție de tipul telegrafului sau telefonului. Debutul ei a fost amînat pînă cînd a devenit evident faptul că aspectele complexe ale televiziunii nu pot fi abordate cu mijloacele tehnice ale mecanicii. Asociația între televiziune și mecanică părea atît de statornică, încît nimeni nu se hotărîse să abandoneze conceptul tradițional în favoarea electricității și electronicii.

La sfîrșitul secolului trecut, electromagnetismul devenise un domeniu de sine stătător. Au fost stabilite legile propagării curentului electric prin conductoare și se experimenta cu succes trecerea curentului prin vid și gaze rarefiate.

Transmisia informațiilor la distanță, în lipsa unor conductoare fizice, constituia un domeniu de mare atracție care a preocupat mulți fizicieni de renume.

În anul 1879, Karl Ferdinand Braun a conceput un dispozitiv pentru reproducerea pe ecran a oscilațiilor electrice, denumit „tub catodic".

Tubul lui Braun este un balon de sticlă din care aerul este scos cu ajutorul unei pompe de vid. În interiorul părții cilindrice este încorporat un material care eliberează cu ușurință electroni sub acțiunea unui cîmp electric puternic. Electronii sînt atrași de ecran cu viteză mare. Fasciculul îngust este deviat de două perechi de plăci dispuse în plane perpendiculare în interiorul balonului. Pe suprafața interioară a ecranului, este adăugat un strat de material luminiscent. În momentul impactului cu substanța, electronii produc iluminarea ecranului. Fasciculul deplasat sub acțiunea tensiunii electrice suplimentare aplicată plăcilor de deviere, descrie pe ecran un traseu luminos.

Operația de transformare curent-lumină conferă observatorului posibilitatea să vizualizeze o informație de natură electrică, de exemplu, forma și mărimea curentului alternativ care parcurge un consumator de energie.

Pentru descoperirile sale, fizicianul Braun a fost distins în anul 1909 cu premiul Nobel.

Cu toate că tubul catodic putea îndeplini rolul de reproducător al unei imagini transmise cu ajutorul curentului electric, el nu și-a găsit aplicabilitatea imediată în televiziune. Primul dispozitiv realizat, care permitea vizualizarea semnalelor electrice, a avut totuși un ecou în rîndul acelora care au înțeles că aspectele complexe ale televiziunii pot fi soluționate cu ajutorul electromagnetismului. O astfel de personalitate a fost Boris Rozing, profesor de electrotehnică la universitatea din Petersburg. El modifică esențial conceptul televiziunii, pe baza asimilării unor realizări remarcabile obținute în alte domenii, anticipînd astfel, de timpuriu, rolul cercetării interdisciplinare. Aparatul inventat de el utiliza la emițător o celulă fotoelectrică și doi tamburi cu oglinzi pentru explorarea elementelor imaginii (fig. 6). Receptorul era echipat în întregime cu componente electronice și avea ca element principal un tub catodic de

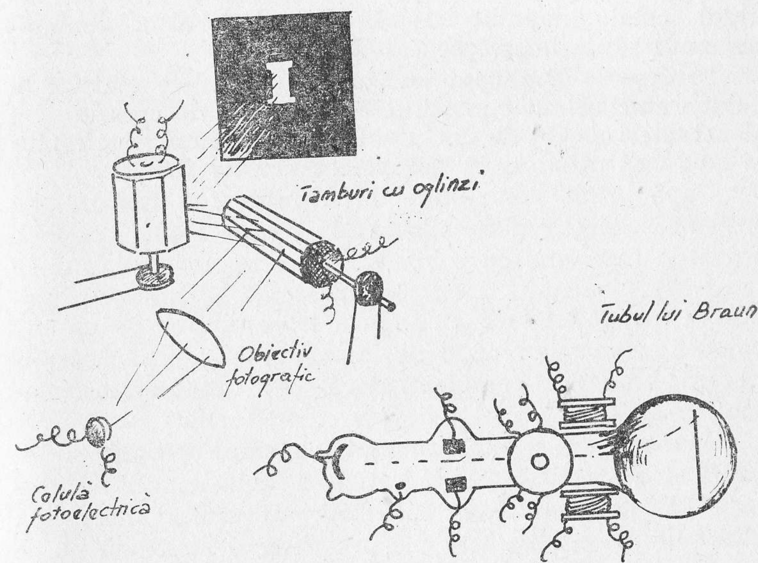


Fig. 6. Instalația de transmisie și recepție a imaginii concepută de B. Rozing.

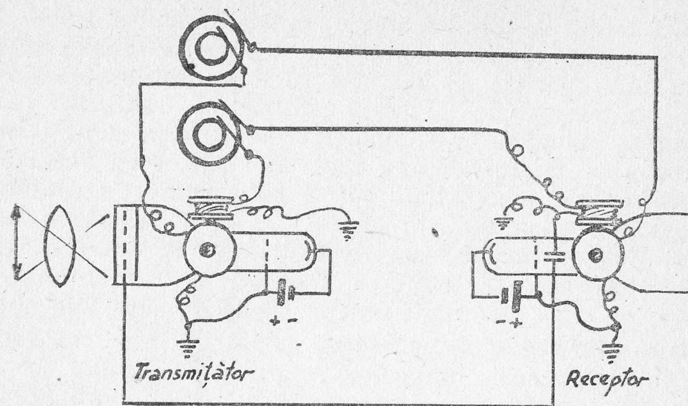


Fig. 7. Instalația de transmisie și recepție a imaginii sugerată de A. C. Swinton.

tipul celui inventat de Braun. Autorul a denumit sistemul său, „telescopie catodică".

Profesorul Rozing a transmis cu dărnicie elevilor și colaboratorilor săi cunoștințele și spiritul de creație care îl caracteriza. Cîțiva din pionierii televiziunii electronice și-au făcut ucenicia în apropierea acestui fizician.

După prima contribuție la recuperarea imaginii cu mijloace electronice, inginerul englez Alan Campbell Swinton intervine cu o sugestie interesantă, adresată în anul 1911 societății Roentgen. În esență, el propune înlocuirea instalației mecanice de la transmițător cu un tub catodic asemănător celui de la recepție, care să îndeplinească funcția complementară, de captare a imaginii (fig. 7).

Swinton nu a experimentat sistemul propus și l-a calificat „o anticipație teoretică a televiziunii electronice". Descrierea sa era încheiată cu multă modestie : „Este numai o idee care mă preocupă și niciodată nu se va construi un aparat bazat pe acest principiu. Este numai un produs al imaginației mele, care probabil va folosi ca ghid pînă cînd exprientele vor ajunge la reușită."

În raport cu datele științifice cunoscute la sfîrșitul secolului trecut, sistemul de televiziune imaginat de Rozing și Swinton poate fi considerat incomplet numai pentru faptul că utiliza conductoare de legătură între transmițător și receptor. În mod paradoxal, momentele semnificative din istoria ochiului electric „sînt marcate de renunțări spectaculoase".

După înlocuirea instalației mecanice incomode de la recepție cu un tub catodic, teoretic devenea posibilă înlocuirea transmițătorului mecanic cu un tub asemănător. Cu excepția unor detalii tehnologice, pînă la televiziunea modernă mai trebuia parcursă o singură etapă și anume, eliminarea definitivă a suportului fizic de legătură între cele două părți ale instalației de televiziune și adoptarea procedeului de transmisie cu ajutorul undelor electromagnetice. Această ultimă renunțare, avea să deschidă accesul publicului la televiziune și să înzestreze omenirea cu unul din cele mai vaste mijloace de comunicație.

După două milenii de la semnalarea electrizării prin frecare și magnetismului se considera că electricitatea este un fluid imponderabil cu proprietatea de a exercita acțiuni la distanță. Apariția pilei lui Volta în anul 1800, deci disponibilitatea unei surse mari de energie, inaugurează secolul electricității și un șir de descoperiri importante referitoare la natura ei.

Cercetările lui Faraday asupra spectrelor magnetice și electrice îl conduc la concluzia că mediul înconjurător, inclusiv vidul, transmite cîmpuri cu viteză finită și că acțiunea la distanță a electricității nu este directă și instantanee. Faraday nu stăpînea aparatul matematic necesar pentru explicarea interacțiunii dintre forțele magnetice și electrice. James Clark Maxwell, bazat pe

experimentele colegului său și lucrările lui Ampère, a fundamentat o teorie din care se deduce că orice variație în timp a cîmpului electric, deci orice curent de deplasare, se înconjoară cu un cîmp magnetic la fel cu orice curent de conducție. În mod analog, orice variație în timp a cîmpului magnetic se înconjoară cu liniile de forță ale unui cîmp electric, deci cu un curent de deplasare. Prin dezvoltări matematice succesive rezultă că variațiile inseparabile de cîmp magnetic și electric formează împreună unda electromagnetică și se propagă în vid cu viteza luminii.

Teoretic, Maxwell a anticipat unitatea dovedită ulterior și pe cale experimentală între optică și electromagnetism.

Existența și caracteristicile undelor electromagnetice deduse teoretic de Maxwell a fost experimentată de fizicianul german Heinrich Rudolf Hertz. În lucrarea sa *Despre oscilațiile electrice foarte rapide*, publicată în anul 1887, este prezentată prima aplicație referitoare la recepția și emisia undelor electromagnetice.

Aparatele concepute erau simple (fig. 8). Conductoarele de ieșire ale unei bobine de inducție care produce

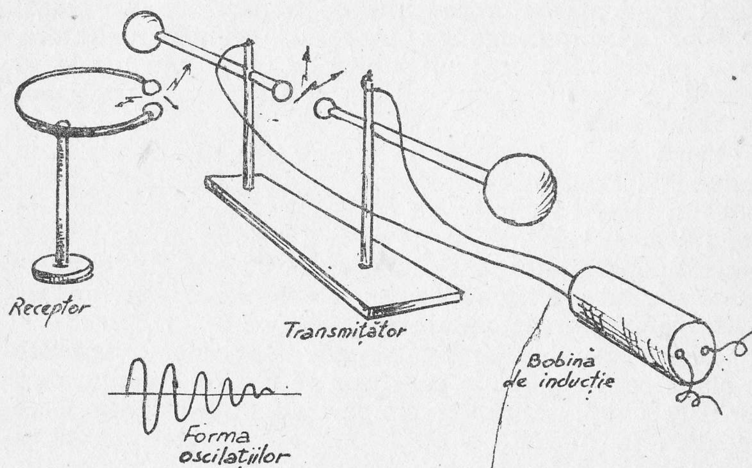


Fig. 8. Emițătorul și receptorul de unde electromagnetice inventate de Hertz.

oscilații electrice de înaltă tensiune, au fost conectate cu două sfere metalice, avînd rolul de acumulatoare de energie. Fiecare din ele este fixată pe o bară de cupru, la extremitatea căreia există o altă sferă de dimensiuni mici. Cînd tensiunea dintre sferele mici atinge valoarea de străpungere a dielectricului — aer — la distanța existentă, apar scîntei. Întreaga energie, conservată temporal în sferele mari, se descarcă. Fenomenul este o oscilație, care se amortizează pe măsura epuizării energiei înmagazinate. După dispariția scînteii, procesul se repetă.

Receptorul oscilațiilor este instalat la distanță și funcționează pe principiul *rezonanței electrice*. Astfel, fenomenul întîlnit și cunoscut în mecanică și-a extins denumirea în multe alte domenii. Rezonatorul lui Hertz este un inel de sîrmă terminat cu două sfere mici. Scînteile produse de „vibrator" sînt transmise și reproduse între sferele „rezonatorului", cu o frecvență de oscilație identică.

Cele două dispozitive ale instalației erau insuficient de sensibile și deveneau ineficiente pe măsura depărtării receptorului. Acest fapt a descurajat autorul în continuarea cercetărilor, determinîndu-l să susțină că descoperirea nu are aplicabilitate.

Ipoteza lui Maxwell a fost experimentată în multe alte laboratoare de fizică din lume. Printre fizicienii români pot fi citate contribuțiile profesorilor Negreanu, Hurmuzescu, Vasile Karpen și E. Bădărău.

Șapte ani după experiența lui Hertz, Alexandr Popov și Guglielmo Marconi, au reușit să transmită informații la distanță cu ajutorul undelor electromagnetice.

În amintirea fizicianului german, unitatea de măsură a frecvenței oscilațiilor poartă denumirea de „hertz". Faptul că energia curentului alternativ se transmite în mediul înconjurător sub formă de oscilații fusese definitiv confirmat.

În conceptul fizicii moderne, materia există pretutindeni sub formă de substanță însoțită de cîmpuri care umplu golurile dintre particulele materiale așa cum este cazul în particular al cîmpului electromagnetic. El este generat de sarcina electrică.

Orice cîmp electric condiționează apariția unui cîmp magnetic. Ambele sînt forme de existență a materiei și fiecare reprezintă prin reciprocitate cauza și efectul ce-

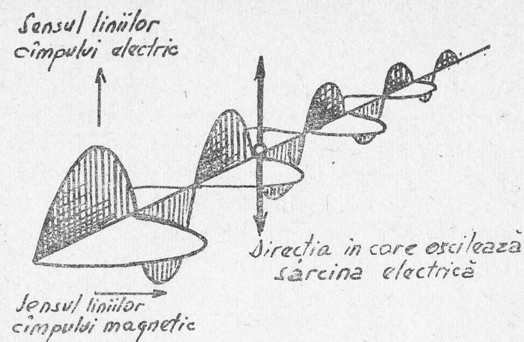


Fig. 9. Propagarea oscilațiilor electromagnetice.

luilalt. Împreună se pot propaga în spațiu cu viteza impresionantă de 300 000 km/s, egală cu viteza luminii. În medii omogene și izotrope, invariante în timp, undele cîmpului magnetic și electric se propagă în spațiu în plane perpendiculare cuprinzînd direcția dreaptă de propagare (fig. 9). Numărul de oscilații produse în unitatea de timp este dependent de ritmul de modificare a sensului curentului alternativ și este caracterizat cu ajutorul noțiunilor fizice „frecvență“ sau „lungime de undă“. Cele două mărimi sînt invers proporționale.

Problema esențială a radiocomunicațiilor este ca variațiile curentului alternativ produse la emițător să se transmită la receptor în lipsa unor conductoare fizice.

Undele electromagnetice pot fi radiate în spațiu cu energie maximă de un conductor cu capetele libere, a cărui lungime este egală cu jumătate din lungimea de undă. Dacă același conductor este fixat cu un capăt la pămînt, el va oscila în sfert de lungime de undă. Această constatare are consecințe importante în construcția conductoarelor radiante, denumite *antene*.

Dacă pentru transmisiuni s-ar utiliza curentul rețelei publice de alimentare, a cărui frecvență este de 50 Hz, conductorul care ar trebui să îndeplinească rolul de antenă emițătoare de unde electromagnetice ar putea avea lungimea de 3 000 km, adică jumătate din raza Pămîntului. Emițătoarele de radio și televiziune transmit pro-

gramele lor pe frecvențe mult superioare, de la sute de mii la milioane de oscilații pe secundă, iar antenele lor au o lungime proporțional mai mică (fig. 10).

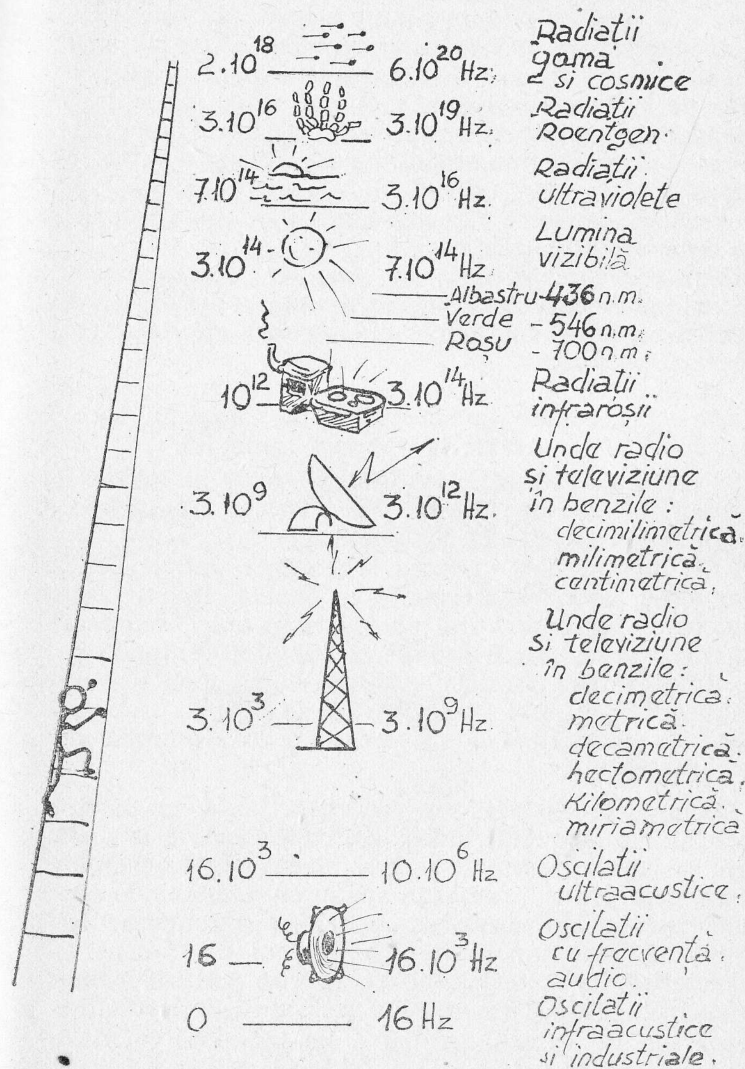


Fig. 10. Scara oscilațiilor sonore și electromagnetice.

Este intersant să localizăm domeniul ocupat de undele transmise cu ajutorul radioului și televiziunii în interiorul spectrului de unde electromagnetice cunoscute în Univers. Extremitatea domeniului ocupat de lungimile de undă mici aparține radiațiilor cosmice. Urmează spectrul vizibil, mărginit de cel ultraviolet și infraroșu. Partea inferioară între cîțiva centimetri și cîțiva kilometri, este ocupată de emițătoarele de radio și televiziune. Extremitatea care aparține oscilațiilor cu frecvențe între 15 000 Hz și cîțiva Hz, este denumită „spectru de audiofrecvență", deoarece coincide cu undele sonore percepute de organul nostru auditiv.

Din întregul spectru al undelor electromagnetice, oamenii recepționează direct numai radiațiile vizibile. Pentru celelalte domenii, omul nu dispune de un organ de simț specializat.

Producerea și recepția undelor electromagnetice a devenit o preocupare importantă după începutul secolului al XX-lea și a condus la apariția radioului.

Pentru a transmite la distanță vocea și muzica este necesar, în primul rînd, un dispozitiv de transformare a sunetului în unde electromagnetice.

În sens invers, pentru recepție, undele electromagnetice sînt transformate în sunete. Se știe însă că undele electromagnetice cu frecvențe mici, comparabile cu cele sonore, pot fi radiate în spațiu cu antene extrem de lungi. Întrucît astfel de antene cu lungimi de ordinul kilometrilor nu pot fi construite, în tehnica radiocomunicațiilor se utilizează un procedeu care elimină astfel de dificultăți.

Semnalele electrice cu frecvență joasă, în particular sunetul sau semnalul video, sînt transportate la distanță prin însumare cu un alt semnal electric de frecvență mai mare, care poate fi radiat în spațiu cu o antenă de dimensiuni reduse. În acest caz, undele electromagnetice cu frecvență mare au rolul unui vehicul de transport, iar caracteristicile materialului transportat sînt independente și nu influențează transmisiunea. Ajunși la destinație, ne despărțim de vehicul pentru a ne îndeplini îndatoririle pentru care ne-am deplasat. Mijlocul de transport este un auxiliar care face posibilă îndeplinirea unei acțiuni.

În cazul transmisiilor radiodifuzate, acțiunea se referă la transportul oscilațiilor de joasă frecvență de la emițător la receptor.

Mijloacele de intermediere între undele electromagnetice și organul de percepție auditiv au fost preluate de transmisiile radio din telefonie.

Un transformator simplu al energiei sonore în semnale electrice este microfonul. Dispozitivul de transformare complementar este casca telefonică sau difuzorul, care au proprietatea de a converti oscilațiile electrice în oscilații sonore. Existența conductoarelor fizice de interconectare a posturilor telefonice asigură transmisia informațiilor cu pierderi minime de energie. În cazul legăturilor fără fir, pierderile sînt extrem de mari și înainte de a fi transmise, semnalele trebuie să fie amplificate de mii de ori.

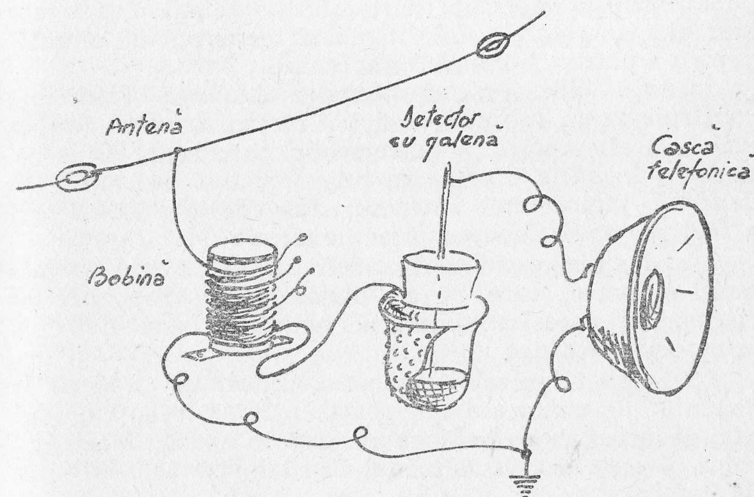


Fig. 11. Receptor de unde electromagnetice cu detector cu galenă.

La începutul secolului nostru, mijloacele de amplificare nu erau cunoscute. Din această cauză, primele cercetări au fost întreprinse în exclusivitate în domeniul recepției undelor electromagnetice al cărui emițător era

însăşi natura : energia electrică imensă degajată de fulgere care se propagă la distanţe mari. Ea este radiată sub formă de unde electromagnetice cu un spectru larg. O porţiune mică a acestui spectru este situată în domeniul frecvenţelor joase şi transformată în sunete poate fi reprodusă de o cască telefonică.

Primele dispozitive destinate separării informaţiei accesibile organului auditiv din interiorul acestui spectru larg, erau rudimentare. Problema a fost definitiv soluţionată în anul 1901 cînd fizicianul Karl Ferdinand Braun a conceput dioda de detecţie (fig. 11).

Detectorul lui Braun poate fi reprodus cu mijloace simple. Într-un degetar metalic de croitorie, se topeşte o bucăţică de sulfat de plumb (galenă). Se introduce un ac de cusut într-un dop de plută şi se fixează pe deschizătura degetarului. Acul trebuie să realizeze un contact punctiform pe suprafaţa cristalului de galenă. Acest modest element activ a folosit multor generaţii de amatori pentru a pătrunde tainele radiofoniei.

În anul 1904, fizicianul englez Ambrose Flemming construieşte un tub cu vid şi doi electrozi, valva termoionică, o alternativă a detectorului cu cristal. Urmează, în 1907, invenţia triodei, un tub cu vid şi trei electrozi, datorată inginerului american Lee de Forest. Tubul a fost denumit de inventator „audion".

S-a deschis astfel seria unor tuburi cu vid cu mai mulţi electrozi, care au completat gama dispozitivelor electronice necesare generării, amplificării şi detecţiei semnalelor electrice.

La începutul secolului nostru, conceptul „vederii la distanţă" se conturase într-o formă nouă, esenţial diferită de aceea imaginată cu decenii în urmă. Mai mult chiar, îi este asociat termenul de „televiziune", introdus de Perskyi.

Transmisia informaţiilor devenise unul din cele mai atrăgătoare domenii ale tehnicii. Este epoca în care inginerul şi fizicianul român Augustin Maior demonstrează transmisia simultană pe un acelaşi circuit a mai multor convorbiri cu ajutorul curenţilor alternativi de înaltă frecvenţă. La Constanţa se instalează în anul 1905 prima staţie de telegrafie fără fir din România, cu o rază de acţiune de 600 km.

În anul 1912, inginerul Langmuir realizează filamentul de wolfram, cu care echipează tubul electronic diodă, mărindu-i durata de funcţionare şi stabilitatea parametrilor. Acelaşi inginer român concepe în anul 1912 o triodă cu vid înaintat şi elaborează unele legi cantitative ale fenomenului emisiei termoelectronice. Inginerul Emil Giurgea, pionier al radiotelegrafiei româneşti, contribuie la începuturile radiofoniei încă din anii primului război mondial.

În perioada antebelică radioul era pretutindeni în lume un monopol al serviciilor guvernamentale. Restricţiile au fost abandonate treptat peste ocean, apoi în Europa. Încă înainte de terminarea primei conflagraţii mondiale, inginerul Popescu Mălăeşti, realizase cu succes emiţătoare şi receptoare de radio în concepţie proprie. Sub conducerea profesorului Hurmuzescu, în anul 1925, au fost organizate, la Politehnica din Bucureşti, primele emisiuni radiodifuzate. În sfîrşit, în anul 1928 se înfiinţează Societatea de difuziune radiotelefonică, considerată precursoarea Radioteleviziunii Române.

În anul 1911 este semnalată propunerea de transmitere a informaţiei de imagine folosind ca suport undele radio. Ea aparţine radiofonistului A. Sinding Larsen. Din nefericire, declanşarea primului război mondial a întîrziat investigarea acestui procedeu.

Treptat, televiziunea ajunge la o răscruce de drumuri şi perspectivele dezvoltării ei sînt orientate în două direcţii : mecanică şi electronică.

Alături de Swinton şi Rozing, din grupul partizanilor televiziunii electronice mai fac parte americanii Philo T. Farnsworth şi Vladimir Kuzmici Zworykin, fost colaborator al profesorului Rozing.

În anul 1923, Zworykin concepuse un tub videocaptor rudimentar, care întrunea condiţiile impuse unei camere de luat vederi. Tubul a fost denumit „iconoscop", şi împreună cu un tub catodic de tipul celui inventat de Braun, cu performanţe ameliorate, alcătuiau cele două dispozitive necesare unei instalaţii de televiziune electronice.

În Uniunea Sovietică, au fost întreprinse independent cercetări similare pentru elaborarea tuburilor videocaptoare şi videoreproducătoare. În literatură sînt citate numele lui A. P. Konstantinov, S. I. Kataev şi inginerului A. V. Moskvin.

În timp ce pionierii televiziunii electronice înregistrau primele lor succese, adepții instalației mecanice, cu discuri Nipkow, căutau cu febrilitate metode pentru perfecționarea variantei conservatoare, în condițiile utilizării undelor radio pentru transmisiuni. Varianta mecanică s-a menținut pînă în anul 1936, numai datorită insistenței unor personalități cu autoritate recunoscută în rîndul specialiștilor de televiziune. Opțiunile pentru televiziunea electronică au fost supuse de multe ori unor critici severe, însoțite de discuții aprinse.

În Marea Britanie, în urma unor demonstrații practice, inginerul John Logie Baird a solicitat, în anul 1926, un patent pentru instalația sa mecanică cu discuri Nipkow și a avansat o propunere în vederea instituirii unui serviciu public. Demersul său a fost refuzat însă pentru lipsă de originalitate. Deoarece autoritățile nu intenționau să inaugureze un serviciu public de transmisiuni cu imagini de televiziune nesatisfăcătoare, Baird a mai fost împiedicat să comercializeze unul din primele aparate de recepție domiciliară, denumit de el „televisor". Societatea engleză de radiodifuziune B.B.C. pretindea, în mod justificat, că receptoarele trebuie să încorporeze elemente tehnologice mai perfecționate, stadiu la care încă nu se ajunsese.

Între timp, performanțele echipamentelor electronice deveniseră superioare celor mecanice. Influența lui Baird continua să fie mare, iar varianta electronică nu s-a putut afirma decît în urma unor experimente paralele, arbitrate de departamentul poștei Marii Britanii.

Mulți autori îl consideră pe Baird părintele televiziunii britanice, în timp ce numele celor care au cîștigat competiția cu televiziunea mecanică sînt cunoscute numai în cercurile specialiștilor. O astfel de personalitate a fost P. P. Eckersley, fost colaborator al firmei Marconi. Marcat de dificultățile întîmpinate la debutul televiziunii electronice el îl caracteriza pe Baird astfel : „Baird nu a avut decît meritul de a stimula pe alții să cerceteze și să elaboreze un sistem mai bine conceput decît al său".

Primele imagini de televiziune transmise pe unde, prin anii 1925—1926, au fost captate și recepționate cu instalații mecanice. Emițătoarele de radiodifuziune utilizate în acest scop aveau posibilități modeste și transmiteau semnale cu spectrul de frecvență îngust. Televiziunea a beneficiat de emițătoarele radioului numai în măsura în care se rezuma la un număr mic de elemente ale imaginii explorate. În spectrul de frecvență al unui emițător radio pot fi transmise imagini compuse dintr-un număr maxim de 1 200 de elemente, repetate de 12,5 ori pe secundă. Semnalul electric corespunzător unei imagini de calitate bună are spectrul mai larg, de 6 milioane de hertzi, ceea ce echivalează cu domeniul ocupat de un număr mare de posturi de radiodifuziune. Un calcul simplu ne conduce la constatarea că întregul spectru ocupat de toate emițătoarele radio în funcțiune ar fi suficient numai pentru cîteva stații de televiziune.

În anii premergători celui de-al doilea război mondial, cînd au început transmisiile de televiziune radiodifuzate, lungimile de undă lungi, medii și scurte erau în întregime alocate radioului. Pe baza unor reglementări internaționale, pentru televiziune au fost repartizate benzi de frecvență superioare, începînd cu frecvența de 60 MHz. În interiorul acestui spectru, semnalele se propagă în linie dreaptă, asemănător razelor de lumină. Propagarea în linie dreaptă a îngreunat construcția antenelor. Turnurile și înălțimile naturale pe care sînt instalate antenele emițătoarelor nu pot asigura vizibilitatea directă cu toate antenele de recepție de pe un teritoriu întins, din cauza curburii pămîntului și formelor reliefului. Aceste dificultăți au fost depășite cu investiții suplimentare, pentru instituirea unui sistem de difuzare a programelor de televiziune cu stații intermediare, care alcătuiesc magistrale naționale și internaționale de comunicație. La rîndul lor, magistralele terestre au puncte de inserție și acces la sateliții geostaționari de telecomunicație, prin intermediul cărora se asigură schimbul internațional de programe.

După cel de-al doilea război mondial, au fost elaborate standarde pentru televiziunea în alb-negru. Ele au fost adoptate treptat de toate statele. S-a ajuns astfel la generalizarea explorării întrețesute cu 625 de linii repetate de 50 de ori pe secundă și 525 de linii repetate de 60 de ori pe secundă. Diferențele între cele două variante au rezultat ca urmare a frecvențelor rețelei de curent alternativ, specifice fiecărui continent sau grup de țări.

Televiziunea în alb-negru s-a răspîndit rapid în întreaga lume, favorizată de atmosfera de pace instaurată după cel mai pustiitor război din istoria omenirii. Componentele ei strict necesare sînt camera de luat vederi și emițătorul de televiziune, iar de cealaltă parte, receptoarele instalate la domiciliile telespectatorilor.

Comunicația între antenele celor două părți ale canalului de comunicație al televiziunii este asigurată de undele electromagnetice.

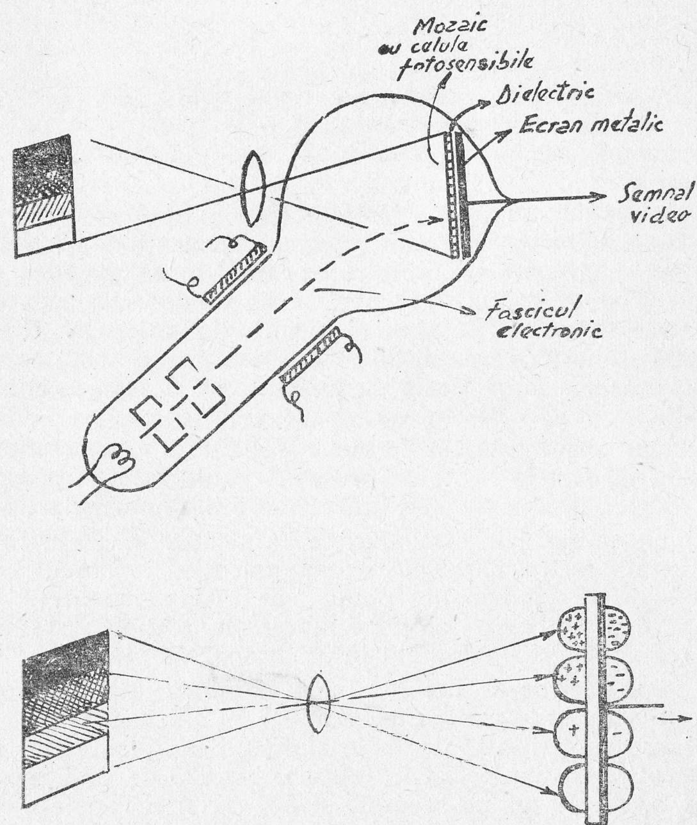


Fig. 12. Transformarea sarcinilor electrice în semnal video cu ajutorul mozaicului fotosensibil din tubul iconoscop.

În camera de luat vederi este încorporat traductorul lumină-curent, un tub videocaptor care transformă strălucirea detaliilor scenei captate în curent electric. Acest dispozitiv esențial pentru televiziune, beneficiază continuu de ameliorări tehnologice care urmăresc reducerea gabaritului și creșterea sensibilității la captare.

Cu toată complexitatea lui, construcția tubului videocaptor a fost inspirată de patru invenții înregistrate de mult în istoria științei și tehnicii mondiale : pompa de vid, celula fotoelectrică, condensatorul și emisia electronică a metalelor incandescente.

Toate elementele tubului sînt introduse într-un balon de sticlă din care aerul este extras cu ajutorul unei pompe de vid, o pompă de tipul celei inventate cu peste 300 de ani în urmă.

Transformarea lumină-curent este un fenomen cunoscut de la începutul televiziunii. Pe baza lui, fizicianul rus Stoletov a construit celula fotoelectrică.

Elementul traductor al tubului este alcătuit din cîteva sute de mii de elemente echivalente celulelor fotoelectrice, separate între ele și dispuse pe o folie din material izolator (fig. 12). La rîndul ei, folia este aplicată pe o placă metalică. Cu această structură, se obține un mozaic format dint-un număr mare de condensatoare, egal cu mulțimea elementelor fotosensibile. Într-o formă rudimentară, strămoșul acestui dispozitiv, numit condensator, a fost construit pentru prima dată în secolul al XVIII-lea de un grup de profesori și studenți de la Universitatea din Leyda. Cu toate deosebirile formale, ecranul fotoconductiv din tubul videocaptor și butelia de Leyda îndeplinesc același rol : acumularea sarcinilor electrice.

Imaginea optică proiectată în tub încarcă electric fiecare condensator, cu o mărime echivalentă strălucirii detaliilor scenei captate. O astfel de replică electrică a imaginii optice este memorată un interval de timp nedeterminat, dependent de proprietățile intrinsece ale condensatoarelor.

Pentru extragerea informației electrice conținute în fiecare element al mozaicului, se utilizează un fascicul de electroni. Emisia electronilor este asigurată de un filament incandescnt. Fenomenul a fost descoperit de Edison în anul 1833. Electronii sînt direcționați cu viteză mare

spre ecranul fotoconductiv, sub influența unui cîmp electric puternic. Fasciculul electronic este supus suplimentar unei mișcări de deplasare unghiulară asemănătoare celei efectuate de privire cînd se parcurg rîndurile unui text. În momentul impactului cu elementele fotosensibile, fasciculul cedează pe rînd fiecăruia un număr de electroni egal cu cel pierdut în timpul expunerii la lumină. Circuitul de prelevare a informațiilor este însăși armătura metalică a condensatoarelor, dispusă în spatele izolatorului.

Explorarea punct cu punct, produce impulsuri de tensiune care se transmit armăturii metalice comune, cu o amplitudine proporțională nivelului de strălucire a elementelor individuale analizate de fascicul. Curentul electric rezultat, alcătuit din salturi de tensiune, reprezintă semnalul video. După procesări ulterioare destinate ameliorării parametrilor lui, acest semnal este suprapus peste o undă purtătoare cu frecvență mare și radiat în spațiu de emițător.

Există și alte procedee pentru transformarea informației optice în semnal video. Ele au condus la perfecționarea formei și gabaritului tubului videocaptor. Tuburile mai moderne au încorporate elemente suplimentare destinate amplificării fasciculului electronic, ceea ce le conferă o sensibilitate superioară în raport cu mărimea semnalului video captat.

Deplasarea fasciculului în tubul videocaptor este comandată de acțiunea conjugată a cîmpurilor magnetice produse de două bobine de deflexie. Ele sînt montate în exteriorul tubului și imprimă fasciculului mișcări repetate în direcție orizontală și verticală (fig. 13).

Reproducerea corectă la recepție a imaginii captate este posibilă numai dacă între elementele celor două replici ale imaginii există o corespondență geometrică strictă. În consecință, fasciculele de explorare ale tubului de captare și videoreproducător trebuie să se deplaseze sincron și sinfazic. Din acest motiv, în semnalul video este introdusă o componentă suplimentară cu forma de impulsuri electrice, care comandă sincron circuitele de deviere a fasciculului atît în cameră, cît și în receptorul de televiziune. La începuturile televiziunii, pentru asigurarea

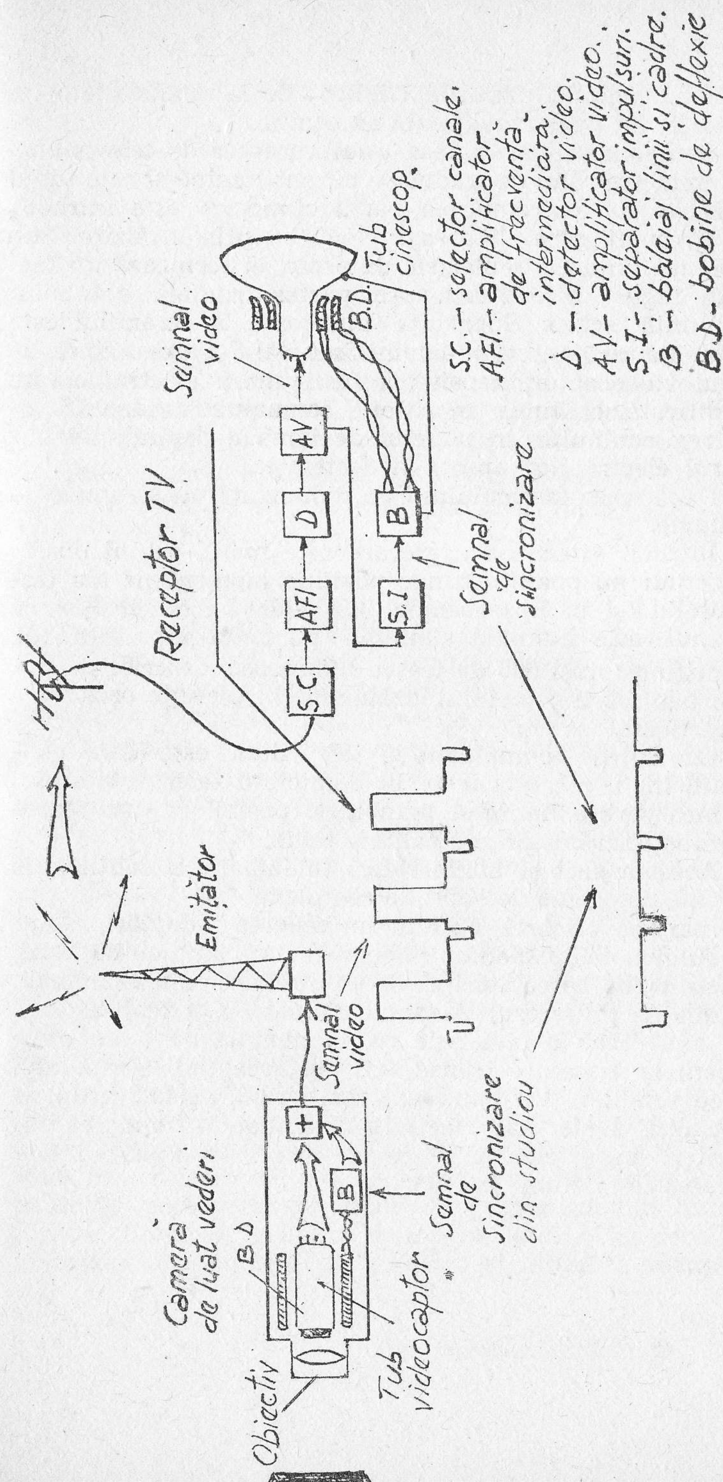


Fig. 13. Transmisia și recepția imaginii în televiziunea alb negru.

acestei condiții, discurile Nipkov de la transmițător și receptor au fost fixate pe un ax comun.

Componenta esențială a unui receptor de televiziune, îndeplinește rolul de traductor curent-lumină și este tubul cinescop. La extremitatea părții cilindrice este introdus un filament care eliberează electroni prin încălzire. Sub acțiunea unui cîmp electric puternic, ei formează un fascicul îngust direcționat spre partea frontală a tubului denumită ecran. Suprafața interioară a ecranului este acoperită cu o substanță luminiscentă. Spre deosebire de tubul videocaptor, densitatea fasciculului electronic este modificată continuu în ritmul semnalului video. Strălucirea ecranului în punctul de impact, depinde de numărul electronilor ajunși la destinație.

Deplasarea fasciculului este comandată de bobinele de deflexie.

Întrucît viteza de explorare este mare, ochiul observatorului nu poate distinge pozițiile momentane ale fasciculului și în lipsa semnalului video are senzația că ecranul este iluminat simultan pe toată suprafața lui. Se disting totuși 625 de trasee luminoase, descrise pe durata deplasării punctului strălucitor în direcție orizontală și verticală.

Canalul de comunicație al televiziunii este astfel conceput, încît, receptorul de la domiciliul telespectatorului să încorporeze minimul tehnologic posibil pentru reproducerea unei imagini de calitate bună.

Acest aspect și altele ridică în fața proiectanților de sisteme probleme deosebit de complexe.

Înaintea oricărei opțiuni în vederea adoptării standardului și echipamentelor adecvate unui studiou național, un grup de cercetători de la Politehnica din București, condus de profesorul Alexandru Spătaru, a realizat încă din anul 1955 o instalație experimentală cu toate componentele necesare transmiterii și recepției semnalului video complex. Cu nouă ani mai tîrziu, același grup de specialiști a efectuat o activitate similară în vederea cunoașterii aspectelor practice pe care le comportă introducerea televiziunii în culori.

4. TELEVIZIUNEA ÎN CULORI

Introducerea televiziunii în culori a constituit un mare succes tehnic, dublat de două avantaje : creșterea cantității de informație adresate telespectatorilor și posibilitățile artistice mai mari oferite creatorilor de programe.

Televiziunea a adoptat unul din procedeele tehnice specifice pe baza căruia este reprodusă însușirea importantă a ochiului omenesc de a percepe imaginile în culori.

Comparativ cu spectrul larg al oscilațiilor electromagnetice existente în natură, ochiul omenesc are posibilități modeste. El vede o porțiune extrem de îngustă a radiațiilor electromagnetice, situată între infraroșu și ultraviolet. Elementele componente ale luminii vizibile nu pot fi separate de organul vederii. Faptul că ele există în realitate poate fi demonstrat simplu prin descompunerea luminii cu ajutorul unei prisme. Experiența a fost repetată de fiecare din noi în anii copilăriei, poate mai mult din curiozitate și pentru a admira evantaiul de culori care imită curcubeul. În interiorul spectrului vizibil, ochiul are o sensibilitate selectivă cu un maxim care corespunde zonei centrale, adică domeniului ocupat de culorile galben-verzui. Ne-am obișnuit cu această particularitate a ochiului, încît cu greu putem admite că obiectele colorate în verde ne prilejuiesc impresia că sînt mai strălucitoare decît în realitate.

Cu aproximativ 200 de ani în urmă a fost formulată ipoteza că ochiul omenesc conține cîteva tipuri de elemente fotosensibile, denumite bastonașe și conuri. Primele, mai numeroase, creează senzația de strălucire. Lor le datorăm percepția detaliilor fine din mediul înconjurător. Conurile, grupate în trei categorii, sînt sensibile în raport cu culorile verde, roșu și albastru. Acțiunea

conjugată a celor trei grupuri produce impresia de culoare, numai dacă elementele observate au suprafețe mari.

Tehnica televiziunii în culori și-a însușit aceste particularități ale mecanismului vederii. Astfel, s-a stabilit că orice culoare, inclusiv albul și negrul, pot fi reproduse pe baza unui număr de trei culori denumite „fundamentale", prin amestecul lor în proporții determinate.

Televiziunea în culori are o istorie îndelungată și a apărut ca preocupare după ce a fost obținută prima imagine în alb și negru.

Încă din anul 1925, inginerul sovietic I. A. Adamian a propus un sistem destinat reproducerii imaginilor colorate. Transmițătorul și receptorul utilizau discuri Nipkow modificate, în care sînt practicate trei spirale cu cîte 30 de perforații (fig. 14). Într-o rotație completă a discului, imaginea este explorată de trei ori : în culorile albastru, roșu și verde. La recepție, imaginea este recuperată pe baza proprietății de inerție a vederii, cu ajutorul unui disc asemănător. Deși simplă, propunerea nu a fost materializată. Celulele fotoelectrice disponibile aveau sensibilitate mică, iar lumina incidentă era atenuată suplimentar cu filtrele colorate din discurile lui Nipkow. Pe de altă parte, pentru transmisia cu emițătoare de radiodifuziune, era necesară o bandă de frecvență de trei ori mai mare decît în cazul difuzării unui semnal în alb-negru.

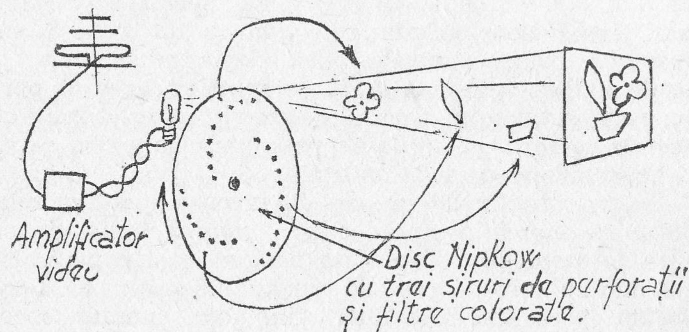


Fig. 14. Redarea imaginii în culori cu discul lui Nipkow.

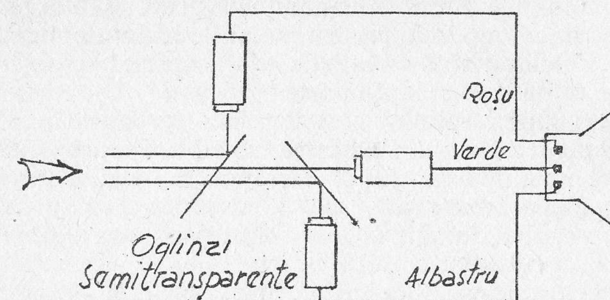


Fig. 15. Captarea și redarea imaginilor în culori cu tuburi videocaptoare și tub cinescop tricrom.

Istoria televiziunii în culori este marcată de multe insuccese și obstacole. Lipsa elementelor active de circuit au constrîns la început cercetătorii să utilizeze instalații mecanice grele și voluminoase, incompatibile cu asigurarea unui serviciu la dispoziția publicului. Mai tîrziu, în condiții tehnologice favorabile, televiziunea în culori nu a fost acceptată imediat, din cauza restricțiilor referitoare la mărimea benzii de frecvență.

În televiziunea modernă, imaginea în culori este captată cu o cameră de luat vederi în care sînt încorporate trei tuburi videocaptoare. Ieșirile tuburilor produc individual cîte o replică a obiectului transmis și pot fi vizualizate pe ecranul unui receptor de televiziune în culori (fig. 15).

În modul cel mai simplu, camera și receptorul pot fi interconectate cu trei cabluri coaxiale de tipul celor utilizate la antene.

Pentru exemplificarea procedeului de captare și redare, vom alege un tablou în care detaliile conțin numai culori fundamentale : un vas albastru cu o floare roșie și tulpină verde (foto 1 color).

În imaginea produsă de tubul roșu, detaliile de culoare verde și albastru sînt redate în negru deoarece tubul nu este sensibil și nu produce semnal pentru aceste culori. Semnalul lui are valoarea maximă pentru petalele florii și fondul alb al tabloului.

În imaginea produsă de tubul verde, semnalul are amplitudine maximă pentru detaliile colorate în alb și verde. Celelalte sînt situate în afara spectrului de sensibilitate al tubului și sînt redate în negru.

În imaginea tubului albastru este produs un semnal numai pentru detaliile albastre și albe. Pentru celelalte culori semnalul este nul și corespunde porțiunilor negre din imaginea recuperată.

În receptor, imaginea obiectului captat se obține prin însumarea culorilor astfel :

— prin adunarea culorilor roșu, verde și albastru rezultă alb ;

— roșu plus negru, plus negru, redă culoarea roșu ;

— albastru plus negru, plus negru, formează culoarea albastru ;

— verde plus negru, plus negru, produce culoarea verde.

Pe baza acestei variante de amestec a culorilor denumită „aditivă", se pot obține și alte nuanțe. Procedeul descris este diferit de modul în care sînt obținute culorile din amestecul obișnuit al vopselelor.

Tubul televizorului în culori diferă de acela destinat televiziunii în alb-negru (foto 2 color). El produce trei fascicule electronice direcționate spre un ecran format la rîndul lui din trei tipuri de elemente sensibile la culorile roșu, verde și albastru. Privit cu o lupă, ecranul apare sub forma unui fagure alcătuit din puncte ordonate în grupuri de cîte trei. Peste stratul luminofor, spre interiorul tubului, este montată o mască metalică perforată. Fiecare orificiu al măștii permite accesul simultan al celor trei fascicule, pe suprafețele de culoare corespunzătoare ale unei singure triplete. Astfel, fasciculul roșu întîlnește numai luminoforul roșu și nu afectează celelalte două puncte învecinate. În mod asemănător se comportă și celelalte fascicule electronice. Contribuția fiecărei culori în imaginea recuperată poate fi egală sau diferită, în funcție de intensitatea acestor fascicule. Detaliile albe se obțin ca urmare a iluminării simulante și egale a uneia sau mai multor triplete. Detaliile negre corespund tripletelor neiluminate.

Mozaicul de puncte al ecranului nu poate fi distins cu ochiul liber. Vederea integrează contribuția separată a

strălucirilor și prin însumare se formează senzația de culoare, eventual de alb sau negru.

Pentru verificare rapidă, prin observație directă a echipamentelor care produc sau reproduc imagini în culori, în televiziune se utilizează frecvent o imagine test compusă din opt bare verticale dispuse în ordinea luminozității (foto 3 color). Culorile lor sînt : alb, galben, verde, turcoaz, albastru, roșu, purpuriu și negru. Aceste culori sînt rezultate din amestecul celor trei nuanțe fundamentale și este sugerat în literatura de specialitate cu ajutorul unei fotografii care conține trei suprafețe circulare colorate în roșu, verde și albastru, suprapuse parțial (foto 4 color).

O altă reprezentare obișnuită este cercul culorilor primare și complementare. Complementul unei culori primare ocupă sectorul opus al circumferinței. Prin adunarea lor aditivă se obține albul (foto 5 color).

Astfel :

roșu + turcoaz = alb
verde + purpuriu = alb
albastru + galben = alb

Sistemul de televiziune în culori prezentat poate asigura captarea și redarea imaginilor, în schimb nu are utilitate. Modelul simplificat, ca și primul sistem mecanic de televiziune propus cu o sută de ani în urmă, are inconvenientul că folosește conductoare fizice pentru interconectare. Dacă semnalele camerei de luat vederi sînt preluate de trei emițătoare, cablurile de interconectare pot fi eliminate, în schimb sînt necesare trei canale de transmisie radiodifuzată, ceea ce în spectrul de frecvență echivalează cu triplul benzii alocate televiziunii în alb-negru.

Cerințele exagerate de bandă au nemulțumit de la început cercetătorii sistemelor de televiziune în culori. Mai mult chiar, în anul 1938 a apărut prima propunere de transmisie simultană a informațiilor de strălucire și colorizare denumite „luminanță și crominanță". Ulterior, această idee interesantă s-a impus ca urmare a condițiilor restrictive rezultate din extinderea televiziunii în alb-negru. În jurul anului 1950, existau în funcțiune peste 30 de milioane de televizoare în alb-negru care nu puteau fi

abandonate. Pe atunci costul unui televizor era foarte ridicat.

Cercetătorii televiziunii în culori au fost obligați să utilizeze rețeaua de emițătoare existentă pentru transmisia informației suplimentare de colorizare. Pe scurt, s-a impus o strictă compatibilitate între cele două variante ale televiziunii. Orice televizor în culori trebuie să recepționeze programele transmise în alb și negru. Orice program transmis în culori trebuie să fie redat cu un televizor obișnuit, evident, în nuanțele alb și negru.

Modelul demonstrativ prezentat anterior, nu poate îndeplini cerințele de compatibilitate impuse unui sistem de televiziune în culori. Cele trei semnale produse de camera de luat vederi trebuie să fie restructurate și să formeze un singur semnal, a cărui bandă să nu depășească pe aceea a semnalului de televiziune în alb-negru. Această operație poartă denumirea de „codare". Semnalul obținut este compatibil pentru transmisie cu ajutorul unui emițător tradițional. În receptor, semnalul unic, codat, este descompus în cele două categorii de informații, de luminanță și de crominanță, prin decodare, o operație complementară celei efectuate la ieșirea din camera de luat vederi (fig. 16).

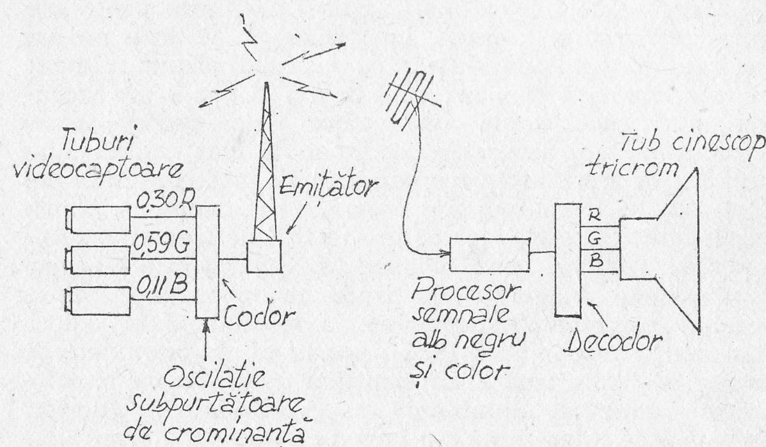


Fig. 16. Schema bloc simplificată a unui sistem de televiziune în culori.

Principiile codării și decodării au fost investigate pe căi diferite. Ar fi fost de dorit ca în întreaga lume transformarea celor trei semnale într-un semnal unic să fie procesată identic. Televiziunea în culori a fost precedată de varianta tradițională în alb-negru, în general nediferențiată de la o țară la alta. Totuși în varianta în culori acest bun principiu a fost abandonat. Standardele de televiziune în alb-negru au parametri de explorare diferențiați numai datorită frecvenței rețelei de alimentare cu curent alternativ, utilizată inițial pentru sincronizarea succesiunii cadrelor. Ulterior, acest parametru și-a pierdut semnificația, deoarece centrele de televiziune sînt sincronizate de echipamente care produc referințe mult mai precise decît generatoarele de curent alternativ. Faptele au avut însă un alt curs.

În anul 1953 a fost adoptat în S.U.A. primul sistem de televiziune în culori NTSC — National Television System Committee. După această dată, tehnologiile moderne și comunicațiile au cunoscut o dezvoltare rapidă, dar sistemul de televiziune adoptat în S.U.A. nu mai putea fi revizuit. Cuceririle științei de dată mai recentă au devenit în schimb utile europenilor, care și-au propus să evite incovenientele cunoscute ale sistemului american. Însăși americanii recunosc insuficiențele invenției lor, ironizînd sistemul NTSC prin înlocuirea cuvintelor a căror inițiale au cu totul altă semnificație : NTSC — Never Time Same Colour — adică „Niciodată aceeași culoare".

În anul 1956, în Franța a fost adoptat sistemul de televiziune SECAM, al cărui inventator este Henry de France, iar șase ani mai tîrziu, în 1962, în R. F. Germania a fost adoptat sistemul PAL, conceput de dr. Bruch.

Teritorial, cele trei sisteme au aproximativ următoarele arii de răspîndire : S.U.A., Canada, Mexicul, Japonia, Coreea de Sud, cîteva state de pe coasta nordică și vestică a Americii de Sud au optat pentru sistemul NTSC. Sistemul SECAM funcționează în Franța, U.R.S.S., țările socialiste cu excepția României, o parte din țările francofone din Africa, Iran, Arabia Saudită, Liban, Siria etc. Europa occidentală cu excepția Franței, China, Australia, statele insulare din Pacificul de sud, o parte din țările africane, Brazilia și Argentina, au introdus sistemul PAL.

Diferențele între cele trei variante ale televiziunii în culori sînt mari, ceea ce a condus inevitabil la îngreunarea schimbului direct de programe între țări.

Trebuie consemnat faptul că imaginea reprodusă pe ecran depinde în mai mare măsură de calitatea receptorului decît de sistem. La rîndul lor, telespectatorii sînt puțin interesați de amănunte tehnice și mult mai mult de calitatea programelor.

În televiziunea alb-negru, semnalul de luminanță este generat de un singur tub videocaptor. El poate fi produs fără dificultate și cu ajutorul celor trei tuburi din camera de televiziune în culori, prin însumarea semnalelor în proporții care satisfac sensibilitatea ochiului în domeniul strălucirii. În urma unor măsurători precise a fost desenată o curbă : de la centrul ei spre stînga începe domeniul nuanțelor albastrului ; spre dreapta sînt situate nuanțele culorii roșu. Sensibilitatea maximă de 100 la sută corespunde mijlocului curbei în zona culorii galben-verzui (fig. 17). Liniile de dreaptă perpendiculare ridicate din punctele caracteristice culorilor fundamentale roșu, verde și albastru, întîlnesc conturul curbei la nivele diferite. Din adunarea lor, se obțin proporțiile corecte ale celor trei semnale R, G, B, în semnalul de luminanță Y produs de camera de luat vederi în culori :

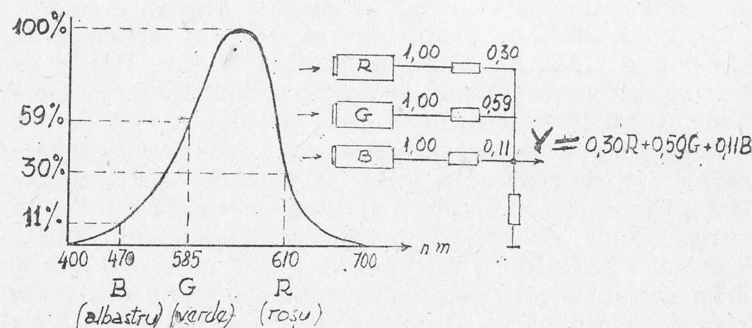


Fig. 17. Determinarea semnalului de luminanță Y din curba sensibilității spectrale la strălucire și formarea lui la ieșirea tuburilor videocaptoare.

$$Y = 0{,}30\ R + 0{,}59\ G + 0{,}11\ B.$$

Această formulă simplă exprimă faptul că semnalul de luminanță conține 30 la sută din semnalul tubului roșu, 59 la sută din semnalul tubului verde și 11 la sută din semnalul tubului albastru. Pe baza acestui calcul se realizează una din condițiile impuse pentru compatibilitate de televiziunea în alb-negru : codarea semnalului de strălucire, adică, realizarea albului și a tuturor gradațiilor de gri.

Cel de al doilea aspect al codării se referă la modalitatea de asociere a semnalului de luminanță cu informația de colorizare produsă de aceleași tuburi videocaptoare.

Operația de însumare este restrictivă, întrucît granițele semnalului de luminanță nu trebuie să fie depășite în amplitudine și bandă de frecvență.

Semnalele destinate colorizării imaginii sînt preluate de la ieșirile tuburilor, dar urmează să fie introduse într-un „ambalaj“ strict încăpător, într-o singură componentă : semnalul de luminanță Y. Soluția acestei probleme a fost găsită cu o jumătate de secol în urmă.

Semnalul de luminanță poate fi imaginat sub forma unui relief denivelat, cu înălțimi și adîncituri ordonate în ritmul frecvenței de succesiune a cadrelor și liniilor de televiziune. Privită din profil, această formă este asemănătoare cu un ambalaj pentru ouă sau cu dinții unui ferăstrău alcătuiți din pachete discrete de componente ale frecvenței semnalului. În interiorul acestor pachete grupate în jurul frecvenței liniilor și cadrelor, există spații goale egal distanțate, care au fost utilizate pentru amplasarea semnalului de crominanță. Se procedează ca și cînd s-ar stivui două ambalaje pentru ouă : în decupările unui carton intră sfericitățile cartonului adăugat deasupra (fig. 18).

Frecvențele celor două categorii de semnale trebuie să se întrepătrundă cu exactitate. Dacă „ambalarea“ lor este haotică, cele două componente nu pot fi niciodată recuperate în televizor.

Informația de crominanță este atașată unei oscilații purtătoare cu frecvență precisă și extrem de stabilă, denumită subpurtătoare de crominanță. Acest mod de

asociere între semnale, poartă denumirea de modulare. Procedeul a fost utilizat pentru prima dată în tehnica radioului pentru transmiterea sunetului la distanţă. În cazul televiziunii în culori, urmează să fie transmise trei semnale cu o singură purtătoare, ceea ce complică mult operaţia de modulare.

Cercetătorii şi-au propus că „împovăreze" oscilaţia subpurtătoarei de crominanţă numai cu două semnale. Nuanţele culorii verde sînt eliminate din transmisie şi sînt recuperate în receptor pe baza ecuaţiei semnalului de televiziune în culori. Cele două semnale rămase, modulează purtătoarea în plane diferite decalate între ele cu 90°, ceea ce asigură o separare simplă a semnalelor şi nu necesită măsuri de protecţie suplimentare. Procedeul este denumit „modulaţie în cuadratură".

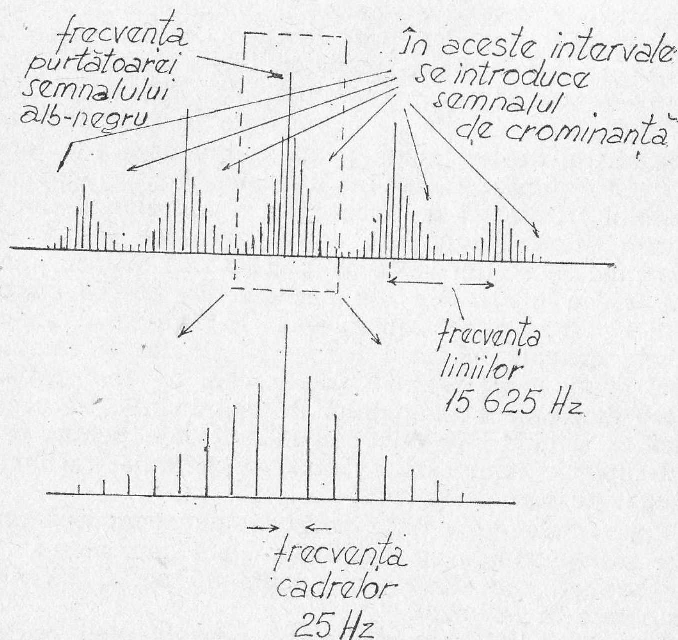


Fig. 18. Distribuţia spectrală de energie a unei unde purtătoare modulată cu un semnal video.

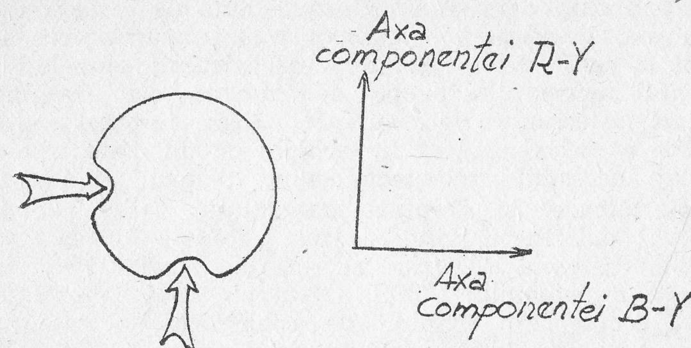


Fig. 19. Analogie între modulaţia în cuadratură şi deformarea unei sfere.

Termenii „modulaţie" şi „cuadratură" ar putea descuraja pe nespecialişti. În realitate ei se referă la operaţii care pot fi elucidate cu ajutorul unei comparaţii simple.

Să ne imaginăm o sferă din plastilină şi să facem analogia între volumul ei şi frecvenţa subpurtătoarei de crominanţă (fig. 19). Se apasă sfera într-un punct situat în planul vertical apoi în al doilea punct situat în planul orizontal. Volumul sferei rămîne nemodificat, iar adînciturile cauzate de deformări, pot fi măsurate fără dificultate. Dacă cele două acţiuni ar fi fost exercitate în acelaşi punct ele se confundă şi separarea lor ulterioară devine imposibilă. În televiziune, decalajul de 90° între cele două componente care „deformează" subpurtătoarea de crominanţă se realizează cu circuite electronice relativ simple.

În mod obişnuit, transmisiile de televiziune sînt afectate de perturbaţii care conduc la modificarea culorilor în imaginea recepţionată. Ochiul sesizează aceste erori mai ales atunci cînd culoarea pielii sau obiectelor recunoscute cu uşurinţă este redată anormal. Fenomenul este echivalent cu rotaţia unghiulară a subpurtătoarei pe cercul culorilor în sens orar sau antiorar, în raport cu poziţia de referinţă transmisă de centrul de televiziune în interiorul semnalului video.

Să presupunem că imaginea captată de cameră este o suprafață colorată în galben și că subpurtătoarea s-a rotit în sens invers acelor ceasornicului, ajungînd în dreptul segmentului ocupat de culoarea roșu. Imaginea redată pe ecran va fi o suprafață roșie. În acest caz ar trebui ca televizorul să fie echipat cu un dispozitiv de reglaj accesibil telespectatorului pentru readucerea subpurtătoarei în dreptul segmentului galben de pe cercul culorilor. Soluția a fost adoptată în sistemul NTSC. Sistemul PAL care reprezintă o variantă perfecționată a sistemului NTSC, a fost prevăzut cu posibilitatea compensării erorilor de colorizare. Procedeul se bazează pe proprietatea ochiului de a integra sau a media în domeniul culorilor. Acest comportament interesant al mecanismului vederii rezultă dintr-o demonstrație simplă (foto 6 color) :

Înlocuim suprafața colorată în galben cu un carton pe care sînt desenate linii orizontale intercalate de culoare roșu și verde. Imaginea captată de cameră și reprodusă pe ecranul unui televizor apare în mod surprinzător colorată în galben uniform. Dacă liniile desenului sînt subțiri și destul de dese, iar ecranul este privit de la o distanță convenabilă, ochiul observatorului nu poate sesiza diferențele între conținutul celor două imagini. Explicația fenomenului este simplă și rezultă din modul de alcătuire a cercului culorilor : nuanțele roșu și verde încadrează culoarea galben și sînt egal distanțate de ea. Cele două culori reprezintă reciproc oglinda celeilalte în raport cu galbenul. Ochiul însumează aditiv culorile roșu și verde, iar rezultatul impresiei vizuale este culoarea galben.

Această demonstrație simplă sugerează principiul de funcționare al circuitului destinat compensării erorilor de colorizare. Un astfel de circuit este încorporat în blocul de codare al camerei de luat vederi și în televizor. În esență, subpurtătoarea de crominanță oscilează în jurul axei cercului culorilor, imitînd balansul contragreutății unui ceas cu pendul. Ritmul balansului este sincron cu succesiunea liniilor de televiziune, iar amplitudinea deplasării este identică în ambele sensuri.

Poziția cercului culorilor este menținută stabil de o informație suplimentară introdusă în semnalul de tele-

Foto 7. Principiul de funcționare al sistemului PAL.

viziune în culori : semnalul de sincronizare de culoare sau „burst“ (foto 7 color).

Oscilația „pendulului“ este reprodusă de circuitele electronice prin inversarea polarității uneia din componentele semnalului de crominanță, componenta diferență de culoare între semnalul roșu și luminanță (R—Y). Sensul vectorului (R—Y) se modifică cu 180° la începutul cursei active a baleiajului în direcție orizontală. Dacă există o eroare de transmisie ea apare reprodusă pe durata liniei de explorare curente. Pe durata explorării liniei următoare, eroarea continuă să existe, dar, este redată cu o abatere egală în sens opus. Procesul se repetă. Ochiul observatorului integrează erorile conținute de liniile adiacente ale rastrului și percepe culoarea intermediară care corespunde cu exactitate originalului.

Cea de a doua componentă a crominanței, semnalul diferență de culoare (B—Y) este foarte puțin influențată de erori la transmisie, iar polaritatea ei nu este modificată în sistem.

În cazul prezentat anterior, în care obiectul captat este colorat în galben, eroarea acumulată la transmisie a condus la redarea primei linii explorate în culoarea roșu. Linia următoare este colorată în verde, urmează o linie roșie, apoi o linie verde, ș.a.m.d. Prin integrare vizuală se obține culoarea galben. Acest procedeu de compensare a erorilor este specific sistemului PAL căruia i-a sugerat denumirea : Phase Alternation Line — sistem care inversează faza (polaritatea) liniilor. În urma unor perfecționări ulterioare aduse sistemului PAL, integrarea vizuală a erorilor de colorizare a fost înlocuită cu o procesare asemănătoare efectuată cu circuite electronice.

5. ECHIPAMENTE DE TELEVIZIUNE

Echipamentul de bază al studioului de televiziune este camera de luat vederi. Ea este manevrată de operatorul artistic în platoul studioului și asistată de operatorul tehnic instalat într-o încăpere destinată controlului parametrilor imaginii. Operatorul artistic captează cadrele programului în colaborare cu regizorul de montaj, care urmărește desfășurarea activității din platou, pe ecranele monitoarelor din cabina regiei. Indicațiile regizorului sînt transmise prin microfon și ascultate de operatori în cască.

Obiectivul camerei denumit „transfocator", permite apropierea și depărtarea scenei captate, corecția focalizării și reglajul diafragmei.

Echipamentele moderne de captare au gabarit redus și sînt manevrate cu ușurință. Constructorii și-au impus să introducă în cameră numai circuitele strict necesare pentru producerea semnalului video și au transferat celelalte operații într-o unitate separată situată la distanță. Legătura între ele este asigurată de un cablu numit „de cameră". La ieșirea unității de procesare se dispune de semnalul complex de televiziune în culori, adică de un semnal care îndeplinește toate atributele necesare pentru a modula unda purtătoare a unui emițător de televiziune.

Diversificarea echipamentelor de televiziune nu a diminuat rolul și importanța camerei de luat vederi. Aceasta explică preocuparea permanentă a cercetătorilor de a ameliora continuu parametrii camerei. Recordurile sînt de scurtă durată. Dispunem astăzi de camere din ce în ce mai ușoare, sensibilitatea în raport cu iluminarea scenei crește treptat, automatizările preiau o parte din activitățile operatorilor.

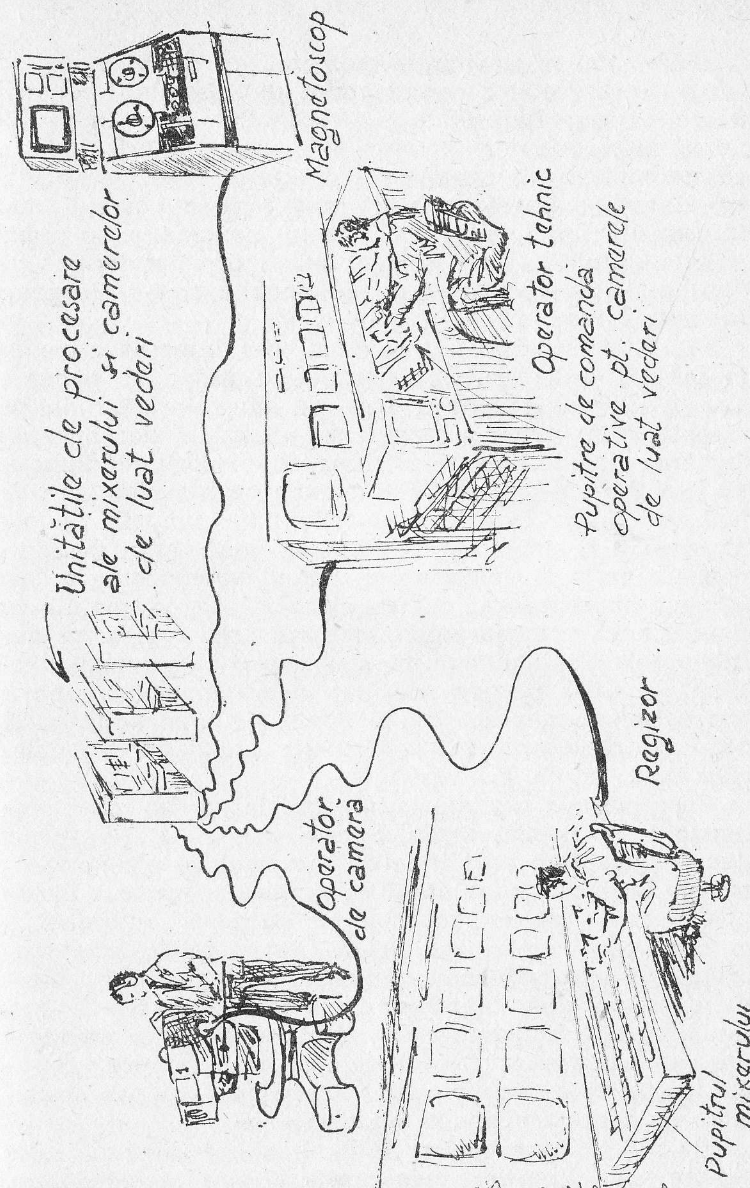


Fig. 20. Camera de luat vederi, mixerul și magnetoscopul, echipamentele de bază ale studioului de televiziune.

Referindu-se la situaţia existentă cu două decenii în urmă, un cercetător contemporan din domeniul tehnicii de televiziune îşi aminteşte de mobilul care l-a determinat să-şi orienteze eforturile în direcţia perfecţionării echipamentului de captare : „Trebuia să cobor şi să ridic pe stativ o cameră de mai multe ori în cursul unei transmisii. Era infernal ! Simţeam nevoia să introduc „mastodontul" cu care lucram sub o presă puternică de tipul celei din cimitirele de automobile şi s-o comprim în toate direcţiile".

Apariţia tranzistorului şi circuitului integrat au redus în măsură considerabilă greutatea şi gabaritul camerei. Dar şi ultimul record a fost de curînd răsturnat, de această dată, printr-o modificare esenţială de concept : captarea imaginii de televiziune cu dispozitive digitale.

Începînd cu anul 1980 sînt experimentate camere de luat vederi din care au fost eliminate tuburile videocaptoare şi bobinele lor de deflexie, două tipuri de componente grele şi voluminoase. Tubul videocaptor a fost înlocuit experimental cu un circuit integrat digital cu dimensiunea comparabilă secţiunii unui creion, produs într-o tehnologie denumită „cu cuplaj de sarcini electrice" — CCD. Camera de luat vederi în culori conţine trei astfel de capsule fixate direct pe prisma de sticlă destinată descompunerii fasciculelor luminoase ale culorilor roşu, verde şi albastru.

Dispozitivele digitale cu cuplaj de sarcini sînt fotosensibile. Interiorul capsulei este organizat sub forma unui fagure care amniteşte de mozaicul cu elemente de seleniu al primelor instalaţii de captare a imaginii. Sarcinile electrice apar simultan pe întreaga suprafaţă a mozaicului, iar mărimea lor în fiecare celulă este proporţională cu strălucirea detaliului proiectat prin obiectivul optic. După captarea unui cadru de televiziune, sarcinile sînt transferate global şi rapid într-o memorie semiconductoare cu capacitate identică. Ulterior, conţinutul acestei memorii este transmis pas cu pas circuitelor de procesare a semnalului video.

Rolurile dispozitivelor CCD şi al mozaicului fotosensibil din tuburile videocaptoare sînt asemănătoare. Ambele convertesc simultan informaţia de strălucire în sarcini electrice.

În tubul videocaptor, sarcinile electrice conservate temporar în capacităţile elementare ale dispozitivului fotosensibil, sînt „culese" de un fascicul electronic care „interoghează" pe rînd, de la stînga la dreapta şi de sus în jos, prin baleiere, suprafaţa întregului mozaic.

Elementele dispozitivului digital de captare sînt mai complexe, iar metoda de prelevare a sarcinilor acumulate în mozaicul lui este diferită. Datorită transferului simultan al sarcinilor electrice într-o memorie auxiliară, fasciculul electronic şi circuitele de deviere ataşate lui îşi pierd utilitatea.

Redarea detaliilor cu o cameră de luat vederi digitală este în prezent modestă, în primul rînd ca urmare a capacităţii informaţionale reduse a dispozitivului fotosensibil.

Faptul că imaginile produse cu o astfel de cameră au cîţiva parametri de performanţă superiori în raport cu echivalentele lor construite în varianta analogică, îndreptăţeşte speranţele că se vor impune pe viitor. Deocamdată, în televiziune, se utilizează metode de captare tradiţionale cu trei tuburi.

Parametrii semnalului produs de cameră sînt controlaţi şi corectaţi dinamic de operatorul tehnic cu ajutorul dispozitivelor de reglaj ale pupitrului operativ. După efectuarea reglajelor de bază, operaţie precedentă producţiei de televiziune, în timpul lucrului „pe viu" sînt necesare corecţii ale deschiderii diafragmei în funcţie de iluminarea scenei captate şi reglaje fine ale amplificării.

Calitatea unei imagini de televiziune în culori depinde în mare măsură de suprapunerea rastrelor descrise de tuburile videocaptoare şi nivelele semnalelor produse de ele. În lipsa unei suprapuneri exacte, imaginea conţine trei detalii decalate ale subiectului captat. Efecte asemănătoare pot fi cauzate şi de reglajul incorect al receptorului de televiziune. Reglajul suprapunerii necesită un consum îndelungat de timp şi multă îndemînare. Camerele de luat vederi din generaţia recentă sînt prevăzute cu circuite destinate menţinerii şi efectuării pe cale automată a acestei operaţii. Reglajul amplificării camerei de luat vederi în culori, mai poartă denumirea de „balans al culorilor" şi urmăreşte ca mărimile celor trei semnale produse de tuburile videocaptoare să fie identice. Dacă

această condiţie nu este satisfăcută, crominanţa imaginii este diferită de aceea a originalului. Prin operaţia de balans, semnalele sînt aduse la acelaşi nivel în domeniul de amplificare a vîrfurilor semnalului cît şi la nivelul de amplificare minimă, adică la nivelul negrului. Pe această cale se asigură reproducerea corectă a albului şi negrului, condiţie importantă în captarea şi redarea imaginilor în culori.

Un alt echipament strict necesar unui studiou de televiziune este mixerul, prin intermediul căruia este asigurată succesiunea secvenţelor unei emisiuni. La intrările acestei unităţi de procesare a semnalelor sînt conectate sursele de imagine de care dispune studioul : camere de luat vederi, magnetoscoape, telecinematografe, care de reportaj etc.

Comenzile mixerului sînt iniţiate de regizorul de montaj de la pupitrul instalat în încăperea de regie a studioului. În cîmpul vizual al regizorului sînt instalate monitoarele de control ale surselor de program. Activitatea lui este recunoscută uşor de telespectatori : pe ecranul televizoarelor noastre se observă comutarea între camerele de luat vederi, trecerile lente de la o imagine la alta şi întreaga gamă de efecte tehnice conţinute în creaţia artistică.

Pe pupitrul mixerului sînt dispuse şiruri de taste pe care sînt înscrise denumirile surselor. Ele sînt utilizate pentru trecerea rapidă prin comutare de la un subiect la altul, sau tranziţii lente prin mixare cu ajutorul unui levier (fig. 21).

Pe lîngă operaţiile simple de comutare şi mixare, echipamentul este conceput pentru realizarea unui număr mare de efecte speciale.

Spre deosebire de cinematografie, în televiziune, efectele tehnice se bazează pe procesarea directă a unor semnale electrice în timp real. Imaginile rezultate sînt surprinzătoare. Ele se obţin prin decupări electronice după conturul unei figuri geometrice, prin diferenţierea strălucirii unor detalii din imagine sau a nuanţelor culorii.

Unul din cele mai simple efecte constă în separarea între două imagini după o linie dreaptă, orizontală sau verticală. Linia de separare avansează într-un sens sau

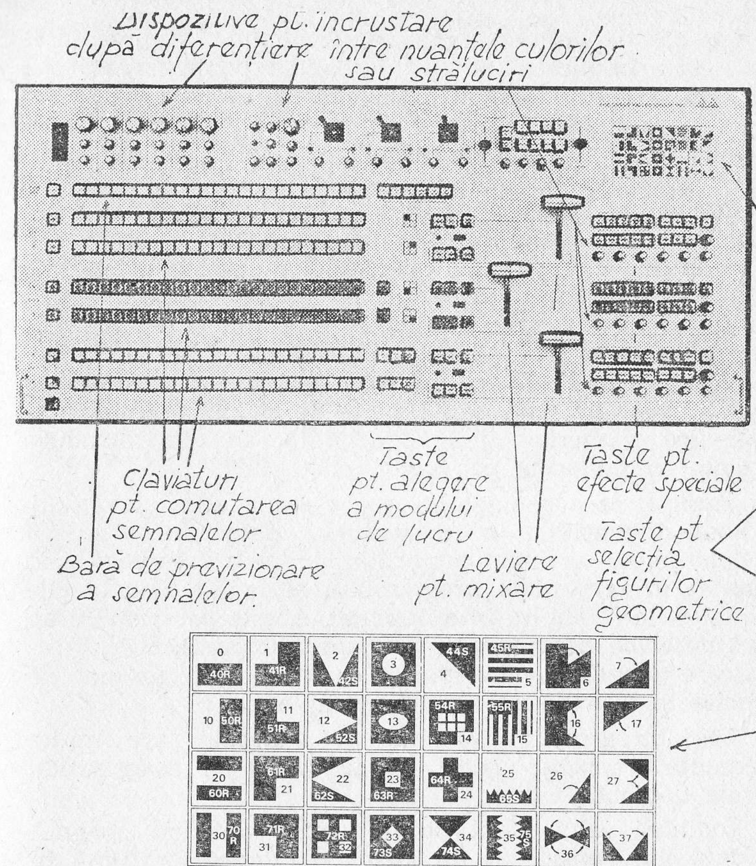


Fig. 21. Pupitrul mixerului de televiziune.

altul, în funcţie de deplasarea levierului de comandă destinat modului de lucru cu efecte speciale. Conturul care delimitează cele două imagini poate avea forme mai complexe : un pătrat, un cerc, un triunghi, un romb sau o inimă. Figurile geometrice pot fi multiplicate, deformate sau modulate în ritmul sunetului. Cu ajutorul levierului şi celorlalte dispozitive de comandă, suprafaţa decupajului poate fi mărită, micşorată, repoziţionată pe ecran sau introdusă în imagine într-un mod care

sugerează deplasarea acelor ceasornicului. Trecerea între imaginile implicate în efectul realizat poate fi netă sau diluată, sau are aspectul unei borduri colorizate.

Cea de a doua categorie de efecte cuprinde imaginile încrustate după contururi diferite de cele geometrice, pe baza diferențierii nuanțelor. Acest procedeu este folosit mult pentru înscrierea titlurilor sau textelor care însoțesc filmele artistice de proveniență străină.

Pentru încrustarea personajelor se utilizează un fundal de culoare albastru închis. Cea de-a doua imagine, destinată înlocuirii fundalului, este de obicei o fotografie sau un diapozitiv.

Programele televiziunii radiodifuzate au fost transmise inițial „pe viu", sau captate de pe peliculă cinematografică. Ulterior, în conținutul lor au fost introduse imagini înregistrate pe bandă magnetică.

Înregistrarea semnalului video a conferit televiziunii o nouă dimensiune a dezvoltării, datorită extinderii zonelor ei de acțiune, posibilităților de a interveni prin montaj în secvențele programului și facilităților oferite în cadrul schimbului internațional. Aceste perspective au fost deschise de magnetoscop, un echipament de înregistrare și redare a imaginilor cu mecanisme extrem de precise și sisteme electronice complexe.

Deși înregistrarea imaginii și sunetului are multe elemente comune, între magnetoscop și magnetofon există deosebiri mari.

Înaintea celui de-al doilea război mondial, magnetofonul era considerat un aparat de laborator. Pînă în anul 1945 tehnica înregistrării magnetice a sunetului nu ajunsese dincolo de ocean. În Statele Unite, șansele ei au fost decise în 1948 în competiție cu discul pentru picup și pelicula cinematografică. Pentru început, americanii au utilizat magnetofoane preluate în timpul războiului de la europeni. În anul 1950, corporația AMPEX a început cercetările în vederea înregistrării pe bandă a semnalului video. Primele imagini au fost de calitate nesatisfăcătoare, totuși, demonstrațiile au menținut entuziasmul și perseverența necesare finalizării proiectului. După încercările inițiale, s-a trecut de la înregistrarea tradițională de-alungul benzii magnetice,

la înregistrarea în direcție înclinată. Ansamblul blocului de capete a constituit la rîndul lui obiectul cercetării laborioase pentru obținerea unor toleranțe electrice și mecanice extrem de strînse.

Astăzi magnetoscopul a devenit un echipament flexibil, indispensabil producțiilor de televiziune. Eforturile îndreptate în direcția reducerii gabaritului au condus la apariția videocasetofoanelor, echipamente semiprofesionale, portabile, care funcționează cu benzi magnetice înguste încorporate în casete.

Ameliorările ulterioare au transformat videocasetofonul într-un echipament util centrelor de televiziune și au determinat apariția unui nou serviciu denumit „jurnalistică electronică". Acest serviciu este asigurat de unități mobile, ușoare, cu unul sau două videocasetofoane și o cameră de luat vederi portabilă. Ele sînt destinate înregistrării unor evenimente în care prezența carelor de reportaj voluminoase și cu un consum de energie mare, nu este eficientă.

6. TELEVIZIUNEA DIGITALĂ

Semnalul de televiziune conține oscilații continue cu diferite frecvențe, forme și amplitudini. Această structură devenită tradițională este denumită „analogică". Aspectul ei poate fi sugerat de o curbă trasată pe hîrtie fără ridicarea creionului.

Teoretic s-a demonstrat că informația video se menține nemodificată dacă în locul semnalului cu variație continuă în timp se transmit numai cîteva valori discrete ale acestuia. Înainte de existența oricărei teorii, natura a făcut cunoscute oamenilor nenumărate forme de transmisie discretă a fenomenelor fizice. Un cîntec interpretat la vioară poate fi redat și cu un xilofon. Dacă percuțiile se succed destul de repede recunoaștem cu ușurință linia melodică, deși este alcătuită din sunete discrete. Multe din fotografiile publicate în ziare sînt transmise prin rețeaua telefonică a agențiilor de presă și sînt alcătuite din elemente discrete : un mozaic de puncte cu cîteva gradații de strălucire care aproximează în mare măsură imaginea captată de un aparat fotografic.

Semnalul de televiziune discret este o asociație de impulsuri ale căror amplitudini au numai două valori : zero și unu. Echivalentele lor numerice constituie replica fidelă a curbei semnalului analogic. Întrucît acest mod de reprezentare este specific sistemului de numerație binar, semnalul de televiziune discret este denumit „semnal digital". Denumirea de „digit" provine din literatura anglo-saxonă și are semnificația de „cifră".

Consecințele practice ale procesării semnalului video în noua formă sînt atrăgătoare datorită avantajelor oferite. Pe lîngă îmbunătățirea condițiilor de propagare în transmisiuni și posibilitatea oferită de a automatiza operațiile de procesare, informația video în formă

discretă poate fi memorată în dispozitive semiconductoare de tipul celor utilizate în tehnica de calcul.

Asimilarea tehnicii și tehnologiilor digitale în televiziune a cunoscut în ultimul timp un ritm alert. Succesele obținute în domeniul integrării elementelor active de circuit sînt în măsură să materializeze ideea transformării digitale a întregului sistem de televiziune. Aspectele legate de transmisia semnalului în această formă sînt în curs de cercetare, iar experiențele au început în urmă cu două decenii. Etapa de experiment a fost depășită însă în domeniul echipamentelor de studiou, iar progresul obținut este remarcabil.

Una din realizările de mare succes este conservarea semnalului video numeric în memorii semiconductoare. Această posibilitate a condus la ameliorarea unor procesări tradiționale și la elaborarea unor echipamente inexistente în trecut. Structura dispozitivelor de memorare este asemănătoare unui fagure în care orificiile sînt pline sau goale. Conținutul întregului mozaic este caracterizat formal prin grupuri de numere, alcătuite din cifrele 0 și 1.

Pentru asigurarea compatibilității cu dispozitivele de memorare, semnalul video este în prealabil transformat în impulsuri zero și unu, accesibile acestui tip de procesare.

În prima etapă, sînt extrase din semnal porțiuni înguste, echidistante, denumite eșantioane. Se obține astfel o succesiune de impulsuri cu nivele diferite.

În cea de a doua etapă, amplitudinea impulsurilor este măsurată și nominalizată cu grupuri de simboluri alcătuite din cifrele 0 și 1, denumite cuvinte de cod. În cazul cel mai simplu, cu două cifre binare 0 și 1 sînt definite două nivele. Cu ajutorul unei perechi de cifre binare (0 și 1) pot fi identificate patru obiecte sau patru nivele ale eșantioanelor semnalului : 00, 01, 10, 11. Pentru un număr mai mare de nivele distincte sînt necesare trei, patru sau mai multe cifre binare. Numărul mare de nivele identificate este egal cu cifra 2 ridicată la o putere care corespunde numărului simbolurilor din cuvintele de cod. Cu cît numărul simbolurilor este mai mare, cu atît numărul de amplitudini identificate în

semnalul numeric este mai mare şi forma lui este aproximată în varianta digitală, mai exact (fig. 22).

Un alt factor care asigură transferul fără modificare a informaţiei din analogic în digital, este distanţa între eşantioane. Frecvenţa lor de succesiune trebuie să fie egală sau mai mare decît dublul frecvenţei semnalului analogic.

În televiziune, semnalul video este discretizat cu 256 de nivele, adică fiecare cuvînt de cod care exprimă mărimea eşantioanelor are 8 simboluri şi este eşantionat cu o frecvenţă egală cu triplul subpurtătoarei de crominanţă. Trebuie menţionat faptul că în întreaga lume aceşti parametri au fost adoptaţi şi constituie mărimi standardizate.

În cazul codării numerice cu două, trei sau patru simboluri, imaginea recuperată este neinteligibilă şi aspectul personajelor redate este ciudat. Detaliile sînt compuse din pătrate şi dreptunghiuri mici care sugerează

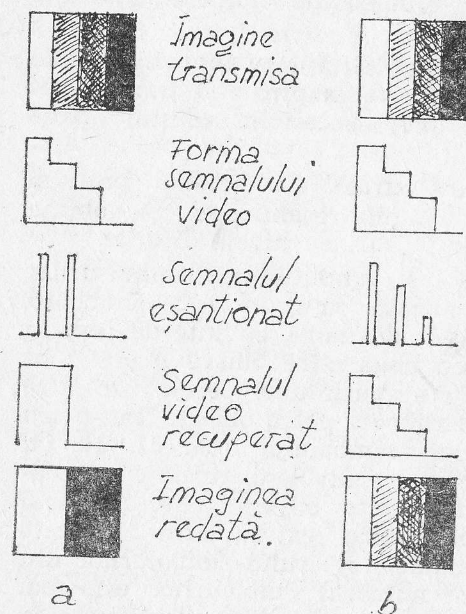


Fig. 22. Conversie analog-digitală şi digital-analogică cu : a) un bit şi b) doi biţi.

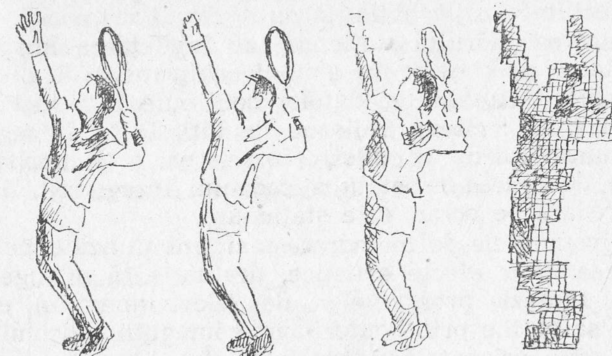


Fig. 23. Imagine redată după o conversie dublă analog-digitală şi digital-analogică cu : 8 biţi, 6 biţi, 4 biţi şi 2 biţi.

asemănătoare cu afişajele reclamelor construite cu becuri. Cu cinci sau şase simboluri se obţine o imagine care imită desenul animat. În sfîrşit, cu şapte şi opt simboluri, replica recuperată devine asemănătoare originalului (fig. 23).

O astfel de experienţă este interesantă, totuşi, conversia analog-numerică şi numeric-analogică nu reprezintă un scop în sine, ci este efectuată în vederea introducerii şi extragerii datelor dintr-o memorie semiconductoare. Utilitatea imediată a acestei procesări este întîrzierea semnalului pe o durată de timp practic nelimitată şi accesul în orice moment la datele conservate. Procedeul este simplu. Înscrierea memoriei are loc în timp real, în ritmul în care sursa, în particular o cameră de luat vederi, produce semnalul video. Informaţia înscrisă nu este disponibilă simultan, iar citirea ei este în situaţia cea mai favorabilă decalată în timp cu cîteva milionimi de secundă. Această întîrziere minimă nu poate fi eliminată, fiind determinată de timpul de răspuns al celulelor memoriei. În practică, memoria este citită în ritmul de succesiune al impulsurilor de sincronizare ale studioului de destinaţie, iar sursa înscrie semnalul cu un avans nedeterminat.

O facilitate utilă obținută cu ajutorul memoriei, este reproducerea cadrului staționar sau înghețarea imaginii. Capacitatea de conservare a unui echipament de memorare cuprinde totalitatea datelor conținute într-un cadru de televiziune : cîteva milioane de biți. După înmagazinarea unui cadru complet, înscrierea este oprită și urmată de citirea repetată a cadrului înregistrat. Imaginea redată pe ecran este staționară.

Echipamentele de memorare mai sînt utilizate pentru realizarea unor efecte artistice, destinate să adauge un plus de fantezie programelor de televiziune. Un efect simplu se obține prin comprimarea imaginii concomitent în direcțiile orizontală și verticală. Înscrierea memoriei se desfășoară neîntrerupt, iar celulele de memorare sînt citite din două în două (fig. 24). Reducerea numărului de elemente citite echivalează cu reproducerea unui rastru micșorat, care ocupă o pătrime în raport cu suprafața ecranului. Pe baza unui procedeu complementar, în locul imaginii comprimate se poate obține o imagine dilatată. Au fost imaginate și alte procedee de citire pe baza cărora se obține efectul de îndepărtare sau apropiere, realizat în mod obișnuit de operatorul de cameră prin acționarea blocului de lentile al transfocatorului.

Pentru algoritmi de citire mai complicați, accesul la datele memorate este comandat de un calculator sau microcalculator. Prin modificarea coordonatelor de citire, prin alegerea poziției de început și sfîrșit a operației, se obțin efecte care sugerează mișcarea de răsfoire, de rostogolire, reprezentarea spațială a imaginii cu proiecția ei pe suprafețele unei figuri geometrice : conuri, sfere, cuburi, cilindri etc, cărora li se poate imprima o mișcare de rotație într-un plan oarecare.

Aplicațiile memoriilor semiconductoare în tehnica televiziunii, sînt încă în etapa de debut. Reducerea volumului dispozitivelor de memorare a facilitat extinderea aplicațiilor în domeniul aparaturii electronice semi sau neprofesionale. Este cazul videocasetofonului. Statisticile evaluează numărul posesorilor de videocasetofoane la cîteva zeci de milioane. Împreună cu instalațiile de sonorizare și televizorul în culori, el întregește cele mai recente opțiuni ale publicului. În mod obișnuit, imaginile produse de videocasetofon au calitate inferioară celor

asigurate de magnetoscop, un echipament profesional de televiziune, mai voluminos și costisitor.

Videocasetofonul încorporează un sistem de antrenare a benzii și a discului cu capete extrem de complex. Toleranțele strînse obținute prin prelucrări mecanice de precizie sînt însă insuficiente, în raport cu stabilitatea impusă unei imagini de televiziune de calitate foarte bună. Pe ecranul receptorului se observă alunecarea

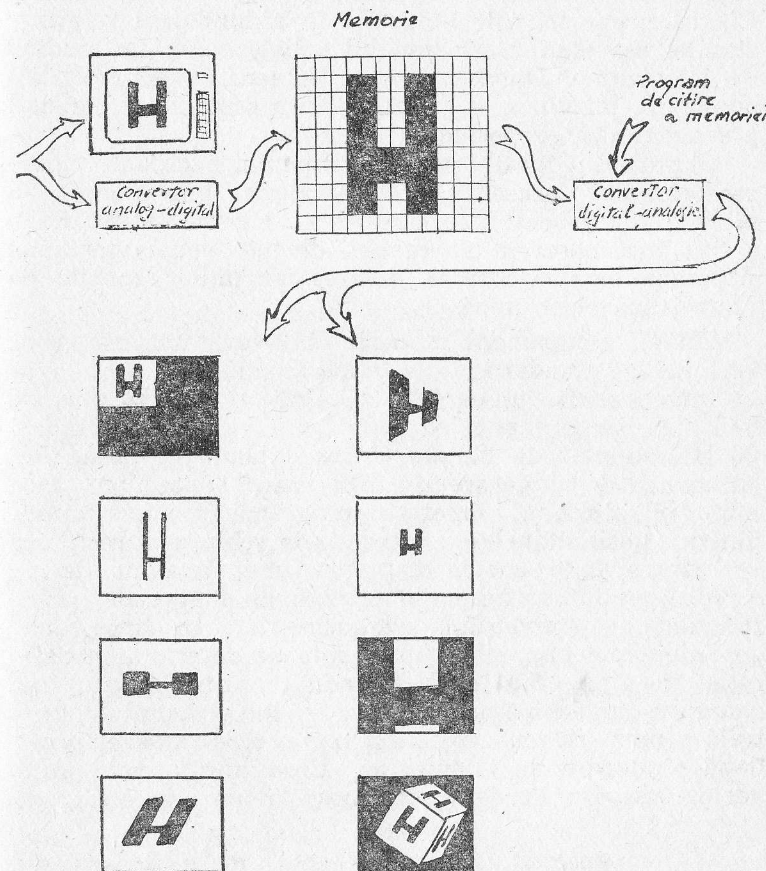


Fig. 24. Efecte obținute pe baza semnalului video înscris într-o memorie semiconductoare.

liniilor rastrului una față de alta în direcție orizontală și imaginea apare zimțată. Efectul este denumit „jiter". Deficiența caracteristică acestui aparat, poate fi eliminată cu ajutorul unei memorii semiconductoare (fig. 25). După citirea benzii, semnalul video analogic este transformat în digital și înscris în memorie. Prin înscriere, se pierde de la sine informația de sincronizare a semnalului redat și odată cu ea, instabilitatea care o însoțește. Citirea memoriei este efectuată în ritmul unei referințe stabile, așa cum este semnalul existent într-un studiou de televiziune. După conversia în sens invers, digital-analogică, imaginea obținută pe baza semnalului corectat are sincronizarea perfectă.

Faptul că „jiterul" poate fi eliminat, a deschis videocasetofonului accesul în televiziunea profesională. În ultimul timp, acest aparat, într-o versiune miniaturală, a fost încorporat într-o cameră de luat vederi portabilă și completează cu succes dotarea unităților mobile de jurnalistică electronică.

Un alt echipament numeric de televiziune este convertorul de standarde.

Între standardul cu 625 de linii și 50 Hz, specific televiziunilor europene și standardul cu 525 de linii și 60 Hz, adoptat de Statele Unite, Japonia și alte țări, parametrii de explorare sînt diferențiați, ceea ce face imposibil schimbul direct de programe de televiziune. Singura posibilitate de a întreprinde schimburi reciproce se rezuma în trecut la captarea unei imagini de pe ecranul unui monitor cu o cameră de luat vederi care funcționa în standardul complementar. În lipsa unui procedeu mai bun, obiecțiile legate de deteriorarea definiției imaginii erau inevitabil admise. Între timp a fost conceput un echipament digital avînd ca unitate centrală o memorie cu capacitate mare, care înmagazinează două semicadre de televiziune. Circuitele acestui convertor de standarde îndeplinesc două categorii de operații :

a) Compensează cantitatea mai mare de mișcare conținută în standardul cu 50 Hz, față de standardul cu 60 Hz, și acționează în sens invers în cazul conversiei complementare.

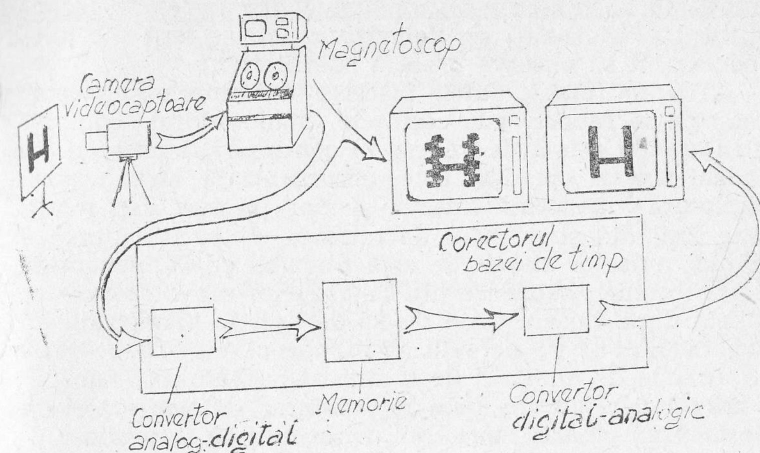


Fig. 25. Procedeul de eliminare a jiterului din semnalul citit de pe banda magnetică.

b) Suplimentează sau micșorează numărul de linii de explorare cu 100 în funcție de sensul conversiei, menținînd nemodificată definiția imaginii.

Necesitatea compensării neconcordanței existente în mișcarea detaliilor este impusă de faptul că un program de televiziune, transmis separat cu echipamente concepute pentru cele două standarde, trebuie să fie redat în intervale de timp identice. Dacă această condiție nu este îndeplinită, pentru redarea unei ore ale unui program dat ar fi necesare 50 de minute sau 72 de minute, în funcție de sensul transmisiei. Identitatea în domeniul timpului ar putea fi asigurată prin repetarea celui de-al cincilea semicadru al semnalului în sensul de conversie de la 525 de linii la 625 de linii, sau prin omisiunea celui de al optulea semicadru în sensul invers de conversie. Acest mod simplu de îndeplinire a compatibilității introduce erori suplimentare în desfășurarea mișcării : mișcarea apare accelerată în intervalele de timp în care sînt omise semicadre și încetinită în cazul repetiției lor. Efectul este inacceptabil.

Cel de-al doilea aspect, referitor la micșorarea și suplimentarea numărului de linii, ridică problema

complexă a simulării informației video necesare reconstituirii unui rastru de televiziune nou, fără ca telespectatorul să observe această subtilitate.

În prima etapă, datele înscrise în memorie sînt reorganizate în raport cu cerințele standardului complementar, din punct de vedere al continuității mișcării. În cadrul acestei operații este dezorganizată structura de explorare întrețesută inițială și sînt produse sau eliminate linii din standardul de intrare. Întrucît numărul liniilor ambelor standarde este divizibil cu 25, generarea noii structuri numerice are la bază un algoritm care se repetă după fiecare grup de 25 de linii în standardul cu 625 de linii și 21 de linii în standarul cu 525 de linii. În funcție de numărul de ordine al pachetului, formarea liniilor noi se obține prin interpolarea datelor prelevate de la două pînă la cinci linii conservate în memorie.

În etapa următoare are loc reorganizarea cadrului de televiziune în raport cu cerințele standardului de destinație. Deși la sfîrșitul etapei precedente se dispune de un număr corect de linii necesare noului standard, totuși, distribuția lor spațială este haotică. Poziționarea lor normală și refacerea explorării întrețesute, are loc printr-o operație de interpolare suplimentară.

7. TELEVIZIUNEA ȘI TEORIA INFORMAȚIEI

Natura înconjurătoare dispune de un volum imens de informații. Ele conțin mesaje ale căror caracteristici fizice sînt extrem de variate, proprii sistemului material din care fac parte.

Televiziunea, la rîndul ei, este un sistem destinat transmiterii la distanță a informațiilor referitoare la imagini. Volumul de informații transmis conferă televiziunii un nivel ierarhic superior în rîndul altor sisteme informaționale cunoscute.

Noțiunea de informație se referă numai la acele comunicări care au caracter de noutate. Dacă televiziunea ar transmite o singură imagine ale cărei detalii se mențin nemodificate, sistemul ar deveni inutil întrucît rezultatul poate fi anticipat. Probabilitatea de apariție a acestei imagini staționare este certă, adică egală cu 1 și nu are caracter informațional.

În cazul imaginilor mobile, cînd modificarea gradațiilor de strălucire a mozaicului de elemente care constituie imaginea nu poate fi anticipată, informația atinge valoarea maximă. În astfel de situații apariția oricărei imagini are șanse de probabilitate egală. Acest raționament a fost inițial stabilit pe baza studiului unei surse de informație simple care produce numai două mesaje. Dacă probabilitatea lor de apariție este egală, adică 1/2, finalitatea acțiunii unei astfel de surse este incertă și beneficiază de un interes special.

O monedă aruncată pe verticală revine pe pămînt cu una sau alta din fețe orientate în sus. Apariția oricăreia din ele are probabilitate egală.

Existența incertitudinii a trezit interesul jucătorilor care și-au asociat „probabilitatea“ pentru a-și disputa șansele de cîștig. Așa au apărut jocurile de noroc.

5*

Experiența cu moneda ar putea fi raportată și la televiziune, dacă imaginile transmise ar fi de două feluri : complet negre sau complet albe. Cantitatea de informație produsă în acest caz simplu este însăși unitatea de măsură a informației denumită „bit". Dacă două evenimente sînt echiprobabile, ele conțin o cantitate de informație egală cu un bit.

Imaginea reprodusă pe ecranul receptorului de televiziune este alcătuită dintr-un mozaic de puncte care depășește cifra de 300 000 de elemente. Fiecare punct are un nivel de strălucire situat într-o gamă de străluciri posibile. Numărul lor este mare, dar pentru simplificarea raționamentului îl considerăm egal cu 10.

În cursul explorării imaginii cu ajutorul fasciculului electronic, cele 300 000 de elemente sînt reproduse pe rînd, începînd cu cel din extremitatea superioară din stînga ecranului. Primul element are o strălucire din cele 10 străluciri posibile. Elementul următor are aceeași probabilitate, dar probabilitatea globală a primelor două elemente este mai mică de zece ori decît a primului element și egală cu $1/10 \times 10$. Elementul următor are la rîndul lui o gradație de strălucire din cele zece gradații posibile. Probabilitatea lui de apariție este de $1/10 \times 10 \times 10$ (fig. 26).

Procedînd în continuare, în același mod, se ajunge la probabilitatea globală a celor 300 000 de puncte. Rezultatul este cifra 1 raportată la cifra 1 urmată de 300 000 de zerouri. Un astfel de număr, care descrește de 10 ori de la un element la altul, are o valoare care nu poate fi exprimată în termeni matematici obișnuiți. Am putea face o comparație cu numărul de boabe de grîu pe care le solicita personajul legendar, inventatorul jocului denumit „șah". Pentru primul pătrat al tablei de șah, se cerea un bob de grîu, pentru pătratul următor două boabe, pentru următorul de două ori mai mult, deci patru boabe ș.a.m.d. Numărul de boabe corespunzător acestui calcul pentru cel de al 64-lea pătrat depășea cu mult recolta anuală de grîu a întregului pămînt.

În cazul televizorului, calculul arată că la un moment dat pe ecran apare o imagine oarecare din numărul uriaș de imagini posibile, exprimat de cifra 1 urmată de 300 000 de zerouri. Se știe însă că, într-o secundă,

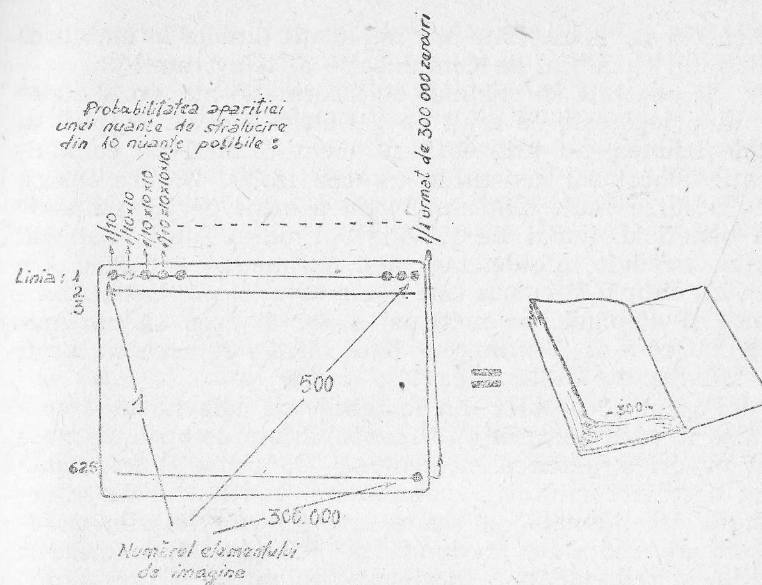


Fig. 26. Cantitatea de informație conținută de imaginea de televiziune și echivalentul ei într-o secundă.

numărul imaginilor este de 25 de ori mai mare, datorită frecvenței de repetiție a cadrelor de televiziune. Probabilitatea lor de apariție este de o imagine din numărul total reprezentat de cifra 1 urmată de 7 500 000 de zerouri.

Un calcul asemănător ne conduce la constatarea că informația maximă pe care o poate reproduce ecranul unui televizor în timp de o secundă este echivalentă cu cantitatea de informație conținută de o carte cu 300 de pagini. Un astfel de volum informațional nu este transmis de televiziune și nu este conținut de tipărituri.

În practică, numai o parte din imaginile de televiziune au probabilitate egală de apariție. Același lucru este valabil în cazul tipăriturilor : numai anumite asociații de litere constituie cuvinte cunoscute ale unei limbi.

Probabilitatea ca televiziunea să transmită imagini cu o structură haotică, inimaginabilă, este exclusă.

Această particularitate are implicații directe în stabilirea lărgimii canalului de comunicație al televiziunii.

Se constată că volumul de informație maxim al sistemului depășește cu mult pe cel strict necesar. Faptul că televiziunea nu utilizează suficient canalul de comunicație alocat nu constituie un caz izolat. Natura însăși, cu resurse mult mai ample, nu a atins performanța de a beneficia numai de sisteme optimale. Totuși, oamenii s-au străduit întotdeauna să-și optimizeze acțiunile. Un enunț simplu și concis este preferat unei prezentări laconice și ambigue. În matematică, ar fi greu să ne imaginăm ce s-ar fi întîmplat dacă cifrele romane nu ar fi fost înlocuite la timp cu cele arabe.

Faptul că o parte din imaginile de televiziune transmise în mod obișnuit au o probabilitate de apariție mare și uneori strălucirea elementelor lor poate fi anticipată cu destulă certitudine, micșorează cantitatea de informație recepționată, pe seama creșterii unei mărimi nefolositoare denumită „redundanță". Împreună, informația utilă și redundantă formează volumul informațional uriaș calculat mai înainte. Excedentul inutil, poate fi evaluat și eliminat parțial pe baza cercetării statistice a semnalului și imaginii de televiziune.

Pe lîngă imaginile lipsite de sens care în mod cert nu vor fi transmise niciodată, balastul redundant crește din cauza unor imagini care pot fi anticipate. Ținînd cont de faptul că pe ecran sînt redate imagini al căror sens trebuie să fie înțeles de telespectator, se poate estima că după reproducerea unui element urmează un altul cu strălucire identică. Toate cazurile în care desfășurarea acțiunilor ulterioare poate fi anticipată, sau posibilitatea lor de apariție este mare, sînt datorate corelațiilor existente în semnalul și imaginea de televiziune, iar studiul lor face obiectul analizei statistice.

Constatările sînt surprinzătoare ! Din totalitatea imaginilor teoretic posibile, s-a ajuns la concluzia că numai un număr destul de mic poate fi considerat ca avînd un grad mare de incertitudine. Celelalte pe care le considerăm imposibile, constituie majoritatea și înclină balanța informațională în favoarea redundanței.

În televiziunea analogică, aceste constatări au o importanță preponderent teoretică. Canalele de transmisie actuale au fost definitiv stabilite și standardizate și se presupune că în viitor nu vor interveni modificări esențiale referitoare la utilizarea lor. Cu totul diferit se prezintă această problematică în cazul televiziunii digitale, varianta mai modernă care își pregătește debutul în transmisiuni. Pentru televiziunea digitală, actualele canale de transmisie sînt neîncăpătoare, datorită debitului mai mare al informației video numerice în raport cu cel analogic.

Transmisia datelor rezultate în urma conversiei analog-digitale necesită, în lipsa unor măsuri speciale de reducere a debitului, canale de comunicație de cîteva ori mai largi decît cele actuale. Din această cauză, după două decenii de experiențe, transmisiile de televiziune digitale nu sînt încă accesibile marelui public. Cercetările continuă și sînt încurajate de faptul cunoscut că organul percepției vizuale, ochiul, cu un grad de optimizare evoluat, necesită un debit informațional de numai 50 de biți pe secundă. Într-o situație idealizată, ar fi de dorit realizarea unei identități între cele două canale de comunicație. Deocamdată, această performanță rămîne o iluzie și nu poate fi obținută cu mijloacele și procedeele tehnice de care dispune societatea contemporană. Totuși, sînt investigate procedee pentru instituirea unor canale independente, destinate transmisiei semnalului video numeric cu debit restrîns.

Pentru reducerea debitului informațional, se experimentează micșorarea numărului mediu de biți raportat la un eșantion al semnalului discretizat, cu ajutorul unor procedee complexe de codare digitală. O astfel de metodă este codarea diferențială. După cum indică însăși denumirea, semnalul transmis este constituit prin scădere, adică prin diferențierea existentă între o valoare de referință și mărimea curentă. În locul numărului mare de simboluri alocate fiecărui eșantion, în mod obișnuit opt simboluri, se utilizează un număr mai redus, care indică diferența între elementul curent și cel transmis anterior. Debitul de date este de două ori mai mic decît cel rezultat dintr-o conversie simplă analog-digitală cu opt biți pe element.

O altă metodă se bazează pe diferențele existente în mișcarea detaliilor de la un cadru la altul. În acest caz

este necesară o memorie în care este conservat cadrul precedent celui transmis curent. După transmisia datelor cadrului inițial, receptorul primește indicații codificate referitoare la modificarea poziției detaliilor în mișcare. S-a obținut astfel o reducere a debitului pînă la nivelul de un bit pe element de imagine.

Sînt experimentate și alte metode statistice care operează indirect cu semnalul numeric obținut în urma unor transformări algebrice. În final, sînt eliminate acele componente energetice ale spectrului, a căror contribuție la recuperarea imaginii este mai puțin semnificativă. Metodele de codare indirectă, bazate pe transformări, sînt complexe și puțin eficiente din cauza dificultăților legate de obținerea unor algoritmi de calcul care să opereze în timp real.

Pînă în prezent, prin utilizarea combinată a mai multor procedee de codare statistică, s-a obținut un debit mediu informațional de 0,5 biți pe elementul de imagine.

Cercetările orientate în direcția utilizării eficiente a canalului de comunicație, au condus la ameliorarea însăși a variantei tradiționale, prin transmiterea suplimentară a unui semnal numeric asociat semnalului video analogic.

Semnalul de televiziune în forma analogică are în structura sa intervale de timp care pînă în prezent sînt utilizate parțial și ineficient. Din cele 625 de linii ale standardului de televiziune european, numai 575 sînt purtătoare de semnal video. Diferența de 50 de linii reprezintă intervalul de stingere a fasciculului în direcție verticală de la sfîrșitul semicadrelor par și impar. Dacă se adaugă duratele de la sfîrșitul fiecărei curse active în direcție orizontală, se constată că aproximativ 25 la sută din cadrul de televiziune este neutilizat pentru transmisii de informație video. A apărut astfel ideea de a completa cu informații suplimentare aceste intervale.

Adausul unui plus de conținut informațional nu este o operație simplă, pentru că în lipsa unor măsuri de protecție este posibilă deteriorarea sincronizării receptorului.

În anul 1973, în Marea Britanie a început experimentarea unui sistem de transmitere a informațiilor suplimentare în interiorul semnalului de televiziune analogic. Sistemul este cunoscut sub denumirea „Teletext" și

utilizează două linii din intervalul de stingere a fasciculului în direcție verticală. În televizor, conținutul video al celor două linii este afișat prin suprapunere cu programul obișnuit, sau independent.

Mesajele teletextului au un conținut informațional redus, redat cu ajutorul literelor, cifrelor și formelor grafice simple.

Cifrele și literele sintetizate pe cale electronică poartă denumirea de caractere alfanumerice și sînt alcătuite din puncte. Ele imită cu aproximație formele caligrafice ale scrisului de tipar.

Tehnica formării și reproducerii caracterelor nu este o noutate care aparține televiziunii. Ea este de mult utilizată în telegrafie, afișaje electronice și sistemele de prelucrare a datelor cu ajutorul calculatorului.

Desenul cel mai simplu al unui caracter este înscris într-un dreptunghi format din 7 rînduri și 5 coloane, care alcătuiesc un mozaic cu 35 de elemente (fig. 27). Prin strălucirea diferențiată între elementele active ale mozaicului și cele învecinate lor, sînt reproduse literele alfabetului și cifrele, de la 0 la 9, inclusiv semnele de punctuație.

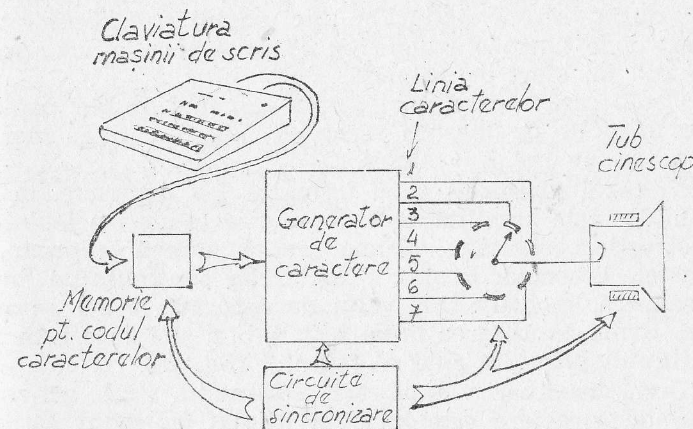


Fig. 27. Tehnica formării și reproducerii caracterelor.

Pentru reducerea debitului de date, s-a convenit ca în locul elementelor caracterelor să se transmită numai un semnal de recunoaştere a acestuia, urmînd ca desenul propriu-zis să fie generat de un circuit specializat, încorporat în receptor. Acest procedeu poartă denumirea generală de codare. În practică, se utilizează un cod format din 7 simboluri binare, pe baza căruia se obţin 128 de combinaţii diferite ($2^7 = 128$). Nivelul binar 1 corespunde prezenţei unui impuls, în timp ce nivelul 0 echivalează cu lipsa impulsului.

În receptor are loc operaţia complementară codării, denumită decodare. Pentru decodare au fost concepute circuite specializate denumite generatoare de caractere. Codul cu 7 simboluri aplicat la intrarea acestui circuit indică forma grafică a caracterului adresat care urmează să fie utilizată pentru afişaj.

Terminologia adoptată de televiziune pentru afişajul textelor pe ecran este împrumutată din tehnica tipăriturilor. Sistemul de transmisie şi recepţie a informaţiilor suplimentare în formă numerică „teletext" conţine zeci de pagini grupate în „magazine". Fiecare pagină are 24 de rînduri de text cu un număr maxim de 40 de caractere.

În cadrul unei linii de date din cele două amplasate în intervalul de stingere a fasciculului în direcţie verticală sînt transmise codurile unui rînd de text. Pentru transmisia tuturor rîndurilor unei pagini este necesar un interval de timp echivalent cu 12 semicadre, adică aproximativ un sfert de secundă.

Codul caracterelor unei pagini sau mai multor pagini este introdus pe măsura recepţiei lui, într-o memorie semiconductoare din televizor.

În cazul caracterelor cu formatul 7×5 puncte, înălţimea lor este stabilită de 7 curse directe ale fasciculului în direcţie orizontală. Prima cursă activă reproduce punctele desenelor tuturor caracterelor conţinute pe linia superioară, inclusiv intervalul de separare între caractere. Urmează afişarea liniei 2, 3, 4, 5, 6 şi 7 care încheie conţinutul primului rînd al textului (fig. 28).

După terminarea explorării primului rînd, generatorul de caractere este încărcat treptat cu codul caracterelor rîndului 2. Operaţia continuă în mod asemănător pînă la afişarea completă a unei pagini.

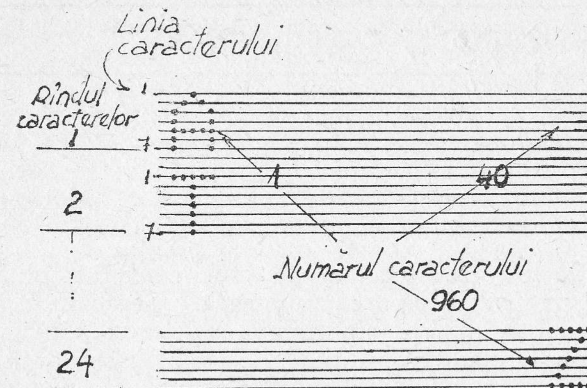


Fig. 28. Afişajul caracterelor alfanumerice pe ecranul tubului cinescop.

Afişajul unei pagini este repetat de mai multe ori, pentru a conferi telespectatorului posibilitatea să parcurgă textul în întregime.

Mesajele teletextului conţin informaţii diverse : programele manifestaţiilor cultural-sportive, buletine meteorutiere, ştiri diverse, programe de instruire profesională etc. Ele sînt achiziţionate de redacţii specializate şi introduse în semnalul video în etapa anterioară difuzării lui.

În ultimul timp cîştigă popularitate o variantă a sistemului descris, care utilizează ca suport de transmisie circuitul telefonic al abonatului, denumită „videotext". Cu mici excepţii, ambele variante sînt asemănătoare şi există tendinţa de utilizare a unui singur set de circuite specializate în receptor pentru separarea datelor din semnalul video, decodare şi afişaj.

8. TELEVIZIUNE ȘI CALCULATOARE

Relația televiziune-calculator s-a conturat în urma opțiunii pentru procesarea numerică a semnalului video și nu are nicidecum semnificația unei ierarhizări între cele două tehnici. Împrumuturile interdisciplinare constituie o caracteristică obișnuită a timpurilor noastre. În acest context trebuie subliniat caracterul accesibil al televiziunii ca și latura complementară de a deveni la rîndul ei accesibilă altor domenii de activitate.

Proiectarea echipamentelor video este astăzi în mare măsură influențată de tehnica de calcul. Asociația televiziune-calculator a adus cu sine cheia soluționării unor aspecte deficitare formulate încă de la începuturile televiziunii moderne. Astfel, numărul mare de conexiuni al cablurilor de cameră și de interconectare în studiouri, construcția claviaturilor și problema gabaritului în special a stînjenit mult timp siguranța în funcționare și televiziunea, în general, de a deveni mai flexibilă. Pe lîngă procesarea numerică a semnalului, tehnica de calcul și-a mai găsit aplicabilitate în optimizarea operațiilor de verificare și reglaj, precum și în menținerea stabilității parametrilor de funcționare.

Calculatoarele de capacitate mare de tipul celor economice sau științifice nu sînt adecvate pentru soluționarea problemelor enunțate. Funcțiile de calcul sînt însă comod îndeplinite de microcalculatoare, care încorporează un microprocesor, memorii semiconductoare, circuite destinate comunicației cu blocurile de procesare a semnalului video și un program de calcul compatibil cu particularitățile aplicației.

Sistemul miniatural denumit microcalculator are o structură standard cu aplicabilitate în domenii extrem de variate. El este destinat în general comenzii automate

a desfășurării proceselor tehnologice. Singurul element care conferă microcalculatorului însușiri particulare este programul de calcul introdus într-o memorie de tipul „citește-numai“, cunoscută sub denumirea prescurtată ROM, PROM sau EPROM, înscrisă de producător. Calitatea lui reflectă în cea mai mare măsură valoarea întregului sistem. Costul programului depășește de sute și mii de ori pe acela al memoriei în care este încorporat. Programul reprezintă cumulul de inteligență adăugat microcalculatorului și constituie măsura în care factorul uman contribuie la soluționarea unei probleme particulare, cu mijloacele aritmetice și logice recunoscute de microprocesor. În măsura în care programele devin laborioase, pentru conservarea lor proiectanții apelează la suporturi de memorare cu capacități sporite, așa cum este discul magnetic (floppy disc).

Noua dimensiune deschisă televiziunii de calculator oferă posibilități încă neexplorate, menite să diversifice procesarea semnalului video.

Impactul dintre cei doi parteneri este marcat ca orice început de drum de dificultăți trecătoare. În primul rînd, oaspetele aduce cu sine o terminologie neobișnuită în vocabularul gazdei: magistrale, date, adrese, întreruperi, interfață, microprocesor, program și modul de lucru

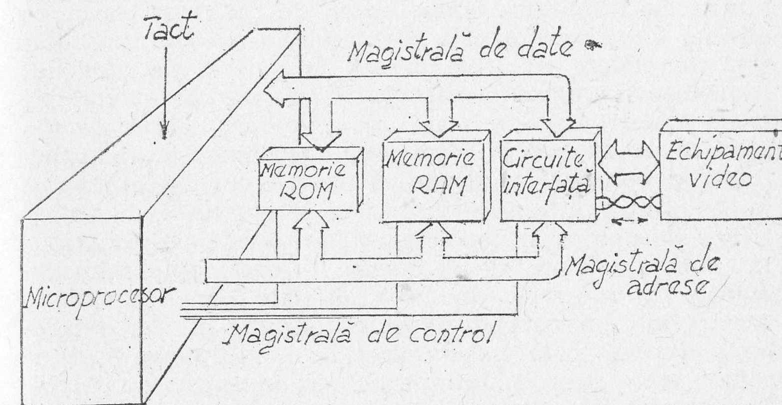


Fig. 29. Structura simplificată a microcalculatorului.

caracterizat de succesiuni de impulsuri cu două stări, respectiv 0 şi 1. Una din implicaţiile cele mai interesante constă în modificarea esenţială a interconectării între blocurile echipamentelor. Rolul numărului imens de conductoare care conectează individual un circuit cu altul, este preluat în noua ipostază de cîteva trasee imprimate direct pe suportul izolator al montajelor. Aceste conexiuni unice care străbat întregul echipament poartă denumirea de „magistrale" şi conectează direct, în paralel, toate componentele comandate de calculator (fig. 29). În consecinţă, orice comandă iniţiată de factorul uman din exterior sau provenită din interiorul sistemului este transmisă simultan tuturor circuitelor, indiferent dacă au sau nu funcţia de destinatar. Deşi o astfel de asociaţie comună este în aparenţă bizară, microcalculatorul poate selecta unul sau mai mulţi destinatari ai acţiunilor întreprinse de el, prin identificare. Astfel, pe lîngă magistrala de date care vehiculează informaţiile propriu-zise, sistemul mai dispune de o magistrală de adrese pe care sînt transmise succesiuni de simboluri cu două stări.

Fiecare componentă a sistemului de calcul este individualizată cu un cod. Accesul la magistrala de date şi răspunsul la chemarea microcalculatorului este deschisă numai acelui circuit, al cărui cod de identificare corespunde cu formatul simbolurilor de pe magistrala de adrese. Cele două canale de circulaţie a informaţiilor sînt completate cu o magistrală de control, pe care sînt transmise comenzi auxiliare referitoare la modul de lucru al circuitului adresat, de exemplu, eliberare sau primire de date, închiderea sau deschiderea accesului, întreruperea ciclului de rutină a microprocesorului etc.

Avantajul interconectării prin intermediul magistralelor este dublat de posibilitatea transmisiei informaţiilor în ambele sensuri, de la sursă la destinaţii şi invers, evident în intervale de timp diferite. În limbajul de specialitate, această divizare a timpului alocat schimbului de date poartă denumirea de „multiplexare". Procedeul are o aplicabilitate particulară în transmisia datelor la distanţă. De exemplu, multiplexarea este deosebit de utilă pentru eliminarea numărului mare de conductoare care leagă în varianta tradiţională două unităţi ale unui

echipament. Se preferă folosirea unei singure perechi de cabluri prin care informaţiile nu sînt expediate simultan, ci succesiv, simbol după simbol. Viteza mare de funcţionare a microcalculatorului este cu totul acoperitoare, chiar în cazul acestei variante mai lente de transmisie, iar calculatorul poate urmări cu fidelitate procesele pe care le controlează.

Multe din detaliile tehnicii de calcul îşi găsesc analogii în televiziune, chiar dincolo de sfera componentelor de circuit active sau pasive care constituie astăzi un patrimoniu comun al multor domenii de activitate. Prin analogie cu un dispozitiv foarte simplu, microcalculatorul a cărui unitate centrală este un microprocesor poate fi asemănat cu un comutator rotativ. Cursorul comutatorului se roteşte şi trece de la un plot la altul. Acest procedeu de funcţionare este o replică simplificată a explorării elementelor imaginii care aminteşte de primele încercări de realizare a „ochiului electric". Echivalentul termenului „explorare" care explică funcţionarea comutatorului rotativ în limbajul tehnicii de calcul poartă denumirea de „interogare programată". Sensurile cuvintelor îmbracă detaliile acestei operaţii. Cursorul interoghează pe rînd toate circuitele sistemului în care este încorporat cu scopul de a constata dacă au intervenit modificări ale funcţionării acestora în intervalul de timp consumat de la verificarea precedentă. Circuitele electronice conectate cu microcalculatorul, definite în limbajul tehnicii de calcul „periferice" semnalează în modul cel mai simplu faptul că a avut loc un „eveniment" sau nu între două verificări succesive. Un circuit specializat ataşat fiecăruia din ele indică starea zero cu semnificaţia că funcţionarea perifericului a rămas nemodificată, sau starea unu în cazul opus. În exemplul considerat, rolul acestor circuite informaţionale este îndeplinit de ploţii comutatorului. Dacă starea logică a ploţilor rămîne neschimbată, comutatorul se roteşte efectuînd un număr nedefinit de cicluri. Această variantă de funcţionare este aparent inutilă şi nu justifică prezenţa unui dispozitiv atît de complex cum este un microcalculator.

Ce se întîmplă dacă unul din ploţii întîlniţi de cursor are starea unu ? Conform convenţiei admise unul din periferice şi-a modificat funcţionarea şi solicită un ser-

viciu. În cazul cel mai simplu, această operație se rezumă la modificarea conținutului informațional al unei memorii de tipul „citește-înscrie“ denumită prescurtat RAM și încorporată în microcalculator. Fiecărui periferic îi corespunde o secțiune din această memorie. Figurate separat, locațiile ei individualizate sugerează un comutator identic cu primul, cursoarele celor două fiind consolidate cu un ax comun. Prin canalul de comunicație deschis astfel între cele două comutatoare, datele de funcționare ale perifericului exprimate în numere binare (cuvinte de cod) sînt transferate și înmagazinate în memorie. Identitatea informațiilor între cele două părți ale sistemului va fi semnalată ulterior (dacă nu intervine o nouă modificare) de starea zero a circuitului specializat reprezentat de ploții primei secțiuni a comutatorului.

O componentă simplă a echipamentului video avînd rolul de periferic este în cazul cel mai simplu o tastă cu bec de semnalizare (fig. 30). Claviaturile cu taste au o arie mare de răspîndire și nu numai în televiziune. În variantele tradiționale, construcția claviaturilor implicau prezența unor elemente mecanice pretențioase, cu fiabilitate redusă și preț de cost ridicat. Avantajul utilizării unor taste moderne, nu argumentează decît parțial modul de lucru cu calculator. Eficiența lui este evidențiată cu preponderență de facilități conferite în cazul unor situații mai complexe de funcționare.

În exemplificarea propusă, tasta are rolul de a acționa închiderea și deschiderea unui contact într-o matrice de comutare a semnalelor video. La rîndul ei, această matrice constituie un periferic al sistemului de calcul și, în acest caz, ocupă unul din ploții comutatorului rotativ considerat mai sus.

Dacă tasta își modifică starea logică, ca urmare a unei acționări, informația este transmisă imediat microcalculatorului. El modifică datele locației din memoria corespunzătoare acestui periferic și trimite un mesaj identic spre dispozitivul de execuție, adică încrucișarea din matricea video. Între momentul acționării tastei și modificarea stării în matrice, se consumă un interval de timp, necesar calculatorului să efectueze operații specifice serviciului respectiv. Interogarea programată este oprită pentru o durată dependentă de complexitatea acestora.

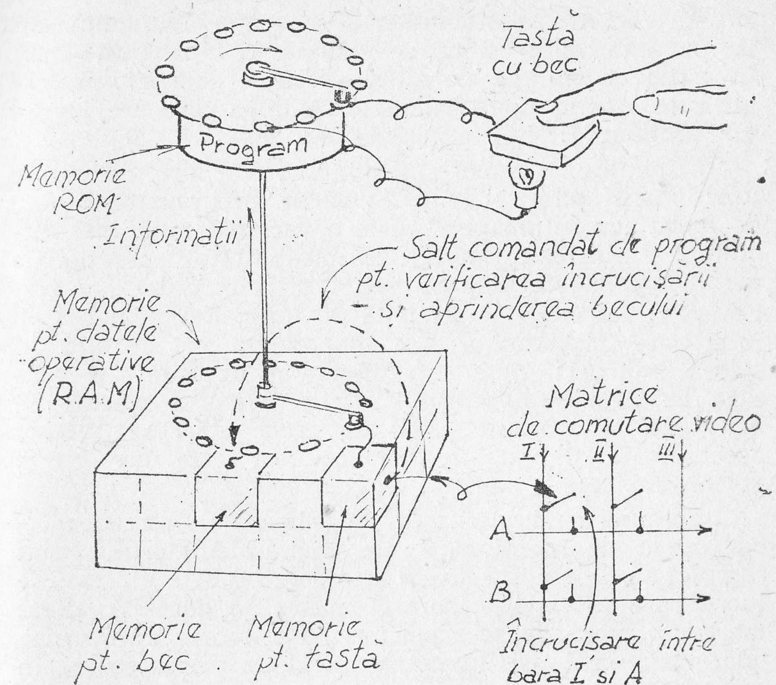


Fig. 30. Comutator rotativ care sugerează funcțiile microprocesorului într-un microcalculator.

În mod obișnuit, sistemele de calcul sînt concepute astfel încît să confirme efectuarea operațiilor. În cazul tastei, funcția de confirmare este îndeplinită de becul incorporat, care constituie la rîndul lui un periferic suplimentar pentru microcalculator.

Întrucît cursorul comutatorului continuă să se deplaseze, informația de confirmare denumită „întoarcere“ este transmisă în sens invers de la contactul matricei la becul tastei prin intermediul memoriei, în intervalul de timp alocat ciclului următor, deci cu întîrziere, dar într-o modalitate asemănătoare desfășurării evenimentelor în sens direct.

Dialogul între calculator și perifericele lui poate lua forme diverse. De cele mai multe ori, dispozitivele de exe-

cuţie a comenzilor efectuate de operator sînt amplasate la distanţă mare şi nu se rezumă la o singură tastă. În astfel de situaţii, de altfel specifice televiziunii, sînt utilizate uneori două calculatoare între care are loc un schimb de informaţii în ambele sensuri.

În tehnica de calcul sînt cunoscute şi alte moduri de funcţionare diferite de interogarea programată. Modul de lucru „cu întreruperi" este o variantă mult mai răspîndită şi utilizează mai eficient posibilităţile operaţionale ale microcalculatorului. În esenţă, prin întreruperi se realizează o economie importantă de timp. Funcţionarea cu interogare programată este abandonată ori de cîte ori starea unui periferic s-a modificat sau necesită o modificare. În cazul comutatorului rotativ, cursorul execută un salt peste mai mulţi ploţi ale căror stări se menţin neschimbate şi restabileşte identitatea între memorie şi perifericul care a solicitat un serviciu.

Împreună cu interogarea programată şi întreruperile, variantele de funcţionare ale microcalculatorului sînt completate de accesul direct la memorie. Este un mod de lucru care permite transferul masiv de date cu viteză mare din memorie spre periferic. Pe durata transmisiei, microprocesorul îşi încetează ciclul de rutină şi are în exclusivitate rolul de a porni şi a opri această operaţie.

În cadrul prezentării sumare şi mult simplificate a sistemului de calcul, s-a admis faptul că schimbul de informaţii cu perifericele este nemjilocit. Totuşi, caracteristicile dispozitivelor periferice şi de calcul sînt diferite, iar între ele nu poate fi stabilit un dialog direct. Acest rol revine unor circuite de intermediere denumite „interfaţă", ale căror componente au de multe ori o complexitate comparabilă cu aceea a microprocesorului. Becurile tastelor, încrucişările matricilor, tranzistoarele cu rolul de comutator, releele de semnalizări etc. nu pot fi conectate direct cu magistralele calculatorului, deoarece informaţiile vehiculate de el sînt neinteligibile pentru periferice. La rîndul lui, un periferic care şi-a modificat starea nu este înţeles de calculator. Componentele interfaţei sînt familiarizate cu limbajul ambelor categorii de circuite. Ele colectează datele sosite din ambele direcţii, apelează la calculator ori de cîte ori este nevoie, aşteaptă

să fie identificate de acesta şi eliberează sau acumulează informaţii numai în intervalele de timp autorizate.

★

Unul din primele echipamente de studiou asistate de tehnică de calcul, este camera de luat vederi. Calculatorul este programat să preia şi să amelioreze activitatea operatorului tehnic.

În mod obişnuit, operatorul tehnic intervine permanent în reglajele echipamentului de captare prin comenzi de la distanţă, îndeplinind anumite operaţii cunoscute, însuşite anterior pe baza unor instrucţiuni. El urmăreşte rezultatul acţiunilor sale prin controlul obiectiv al semnalului, pe ecranul osciloscopului şi subiectiv, pe ecranul unui receptor de televiziune specializat denumit monitor.

Schema tradiţională de reglaj a unei camere de luat vederi are aspectul unei bucle de automatizare în circuit închis în care sînt incluse echipamentul şi factorul uman (fig. 31). Operatorul interpretează mesajul expediat, de la ieşire spre intrare, de echipamentul de captare. Acest mesaj se referă la starea parametrilor camerei de luat vederi. Pe baza cumulului de date se elaborează o decizie în sensul aplicării unei măsuri de corecţie care urmează să fie introdusă manual de operator, de această dată, în sensul spre camera de luat vederi. Se poate imagina o schemă bloc de reglaj cu destinaţie identică din care este eliminată prezenţa operatorului. În locul lui, bucla de reglare conţine un automat care măsoară parametrii imaginii, compară datele obţinute cu informaţiile de reglaj optimal conservate într-o memorie şi intervine în circuitele supuse reglării în scopul compensării erorilor.

Reglajul automat al camerei este precedat de achiziţionarea unor date de funcţionare optică. Această operaţie are loc în etapa de verificare a echipamentului înainte de începutul producţiei şi este asistată sau efectuată de factorul uman.

Reglajul optimal necesită o imagine test concepută special pentru evaluarea şi corecţia parametrilor care stabilesc obiectiv calitatea imaginii de televiziune. Ea conţine figuri geometrice, gradaţii de strălucire situate între alb şi negru, repere de referinţă pentru poziţionare etc.

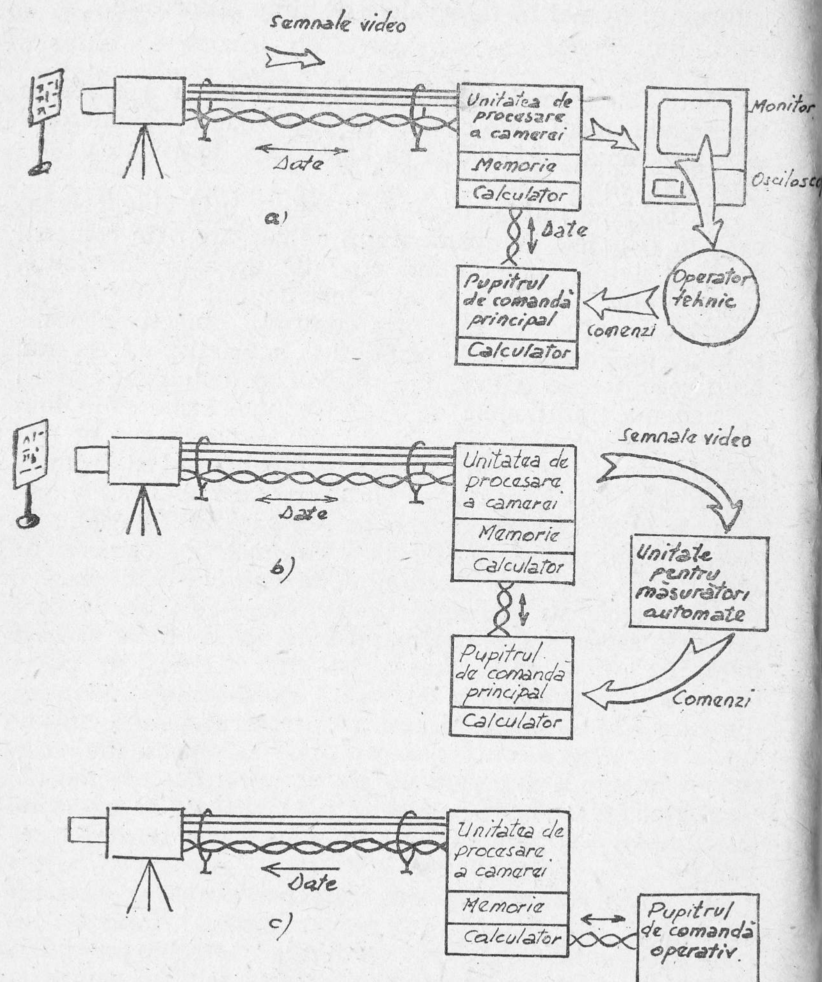


Fig. 31. Sistemul de calcul al camerei de luat vederi : a) în etapa de verificare a camerei cu participarea operatorului ; b) în etapa de verificare a camerei în modul de lucru „automat" ; c) în timpul producției.

În cazul reglajului manual, operatorul observă modul de reproducere a acestor detalii pe ecranul monitorului de control și corectează erorile constatate cu ajutorul dispozitivelor de comandă de pe pupitrul camerei.

Dacă echipamentul este prevăzut cu circuite automate de reglaj, datele introduse de operator în circuitele camerei sînt aplicate pe o cale paralelă unei memorii și conservate un timp îndelungat sub forma de informații de reglaj optimal.

După încheierea etapei de verificare, în timpul producției obișnuite în studiou, circuitele de măsură sînt deconectate, iar microcalculatorul unității centrale de procesare expediază camerei numai informații de reglaj optimal extrase din memoria sa. Aceste informații sînt transmise repetat în fiecare semicadru de televiziune. Stabilitatea circuitelor camerei devine astfel dependentă numai de calculator. Factorii de instabilitate cum sînt variațiile mecanice, de temperatură, de tensiune etc. continuă să existe, în schimb, parametrii de referință perturbați de acești factori sînt corectați prin înlocuirea lor cu date precise conservate într-o memorie neafectată de modificări. Fiecărui circuit supus reglării îi este alocată o zonă în memorie care conservă datele funcționării lui optime. Informațiile conținute sînt transmise pe rînd de microcalculator spre camera de luat vederi, în ritmul de succesiune al liniilor de televiziune. Cele 312 linii ale unui semicadru de televiziune sînt cu totul suficiente pentru a asigura transferul de date de reglaj circuitelor camerei. În semicadrul următor operația se repetă. Intervenția calculatorului este intermitentă, iar pe durata pauzei între două transmisii de date, egală cu un semicadru de televiziune, funcționarea circuitelor rămîne necontrolată. În practică se constată însă că modificările intervenite nu sînt sesizate.

Camerele de luat vederi neautomatizate sînt prevăzute cu conductoare separate pentru fiecare dispozitiv de reglaj, ceea ce complică și micșorează flexibilitatea cablului de cameră. Simplificarea cablului de cameră și reducerea greutății lui constituie un avantaj economic important. În cablul unei camere cu calculator, locul sutelor de conductoare care leagă dispozitivele de comandă cu circui-

tele de execuție a fost preluat de o singură pereche pe care sînt transmise comenzile în ambele sensuri.

Cel de-al doilea avantaj al automatizării se obține pe seama stabilității în funcționare.

În mod obișnuit, o cameră lipsită de automatizări necesită reglaje frecvente. În aceste condiții, producția se întrerupe pentru refacerea reglajelor de bază pe cale manuală. Unul din reglajele prioritare ale unei camere de luat vederi în culori urmărește suprapunerea exactă a imaginilor captate simultan cu tuburile roșu, verde și albastru. Dacă cele trei replici ale scenei captate nu coincid, imaginea rezultată conține erori inadmisibile cauzate de reproducerea decalată a detaliilor.

Pentru reglajul suprapunerii, imaginea de verificare este prevăzută cu bare verticale și orizontale. Circuitul de măsură din blocul de reglaj automat sesizează și evaluează decalajul între barele reproduse de cele trei tuburi, codifică datele în sistemul binar și le transmite microcalculatorului. Calculatorul verifică funcționarea circuitelor camerei într-o ordine prestabilită, dar are posibilitatea să treacă prin salturi la oricare din circuitele reglate, dacă operația se impune prioritar. Astfel de salturi pot fi solicitate și de operator dacă este necesară reglarea unui singur circuit, sau sînt întreprinse pe cale automată de microcalculator, care decide ordinea introducerii corecțiilor. Ierarhia priorităților este inclusă la rîndul ei în programul de calcul și are în vedere faptul că funcționarea eronată a unor circuite poate face imposibilă reglarea corectă a celorlalte.

★

Un alt echipament de studiou asistat de calculator este mixerul.

Mixerele de televiziune sînt din ce în ce mai evoluate, crește numărul dispozitivelor de comandă și proporțional, complexitatea și atractivitatea trucajelor electronice obținute cu el.

Tehnica servește însă cu atît mai eficient activitatea de creație cu cît personalul artistic este preocupat mai puțin de detaliile ei.

Calculatorul îndeplinește în cazul mixerului rolul unui intermediar destinat să angajeze regizorul sub aspect tehnic, în măsura minimă posibilă. Rațiunea completării acestui echipament cu un sistem de calcul se mai bazează pe faptul că de cele mai multe ori regizorul nu dispune de timpul necesar pentru finalizarea intențiilor sale, din cauza numărului mare de manevre care însoțesc de obicei efectele artistice complexe. În astfel de situații-limită, posibilitățile factorului uman sînt depășite.

Elementul central al sistemului de calcul este o memorie cu acces aleator de tipul RAM. În etapa precedentă funcționării „pe viu", regizorul concepe secvențele pe care urmează să le introducă în program și aduce mixerul în stări succesive care concordă cu etapele realizării efectelor urmărite. Aceste stări, obținute prin intervenții multiple, cu consum de timp important, sînt introduse în memoria calculatorului, în locații nominalizate cu un număr de ordine (fig. 32). Ulterior, starea memorată poate fi rechemată oricînd prin adresarea locației în care a fost

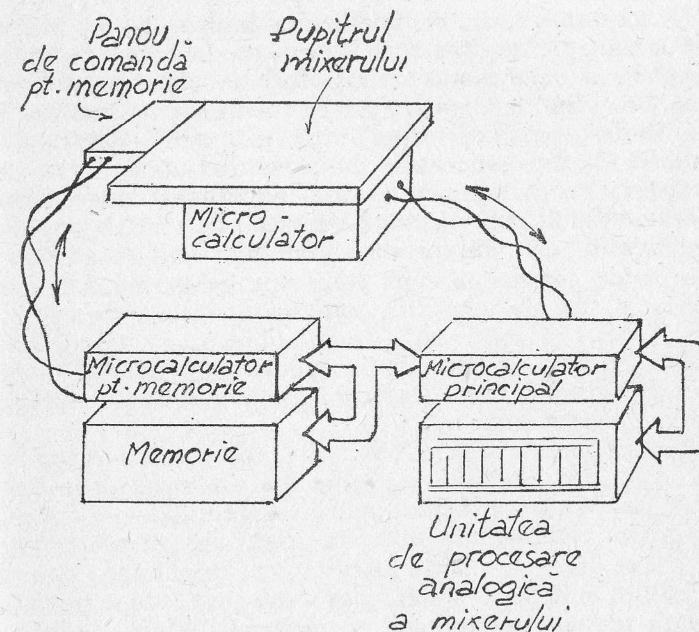


Fig. 32. Sistemul de calcul al mixerului de televiziune.

înscrisă. Manevrele de înscriere și eliberare a datelor sînt simple. Dialogul cu calculatorul este asigurat de un panou cu taste și un afișaj care indică textual acțiunea întreprinsă.

Împreună cu informațiile referitoare la starea mixerului, în memorie se mai introduc indicații cu privire la duratele tranzițiilor de la o imagine la alta și timpul de staționare a unui efect. Conținutul ei poate fi previzionat în vederea verificării, completării, ștergerii, introducerii unor elemente noi, eventual a alcătuirii unei bucle închise de redare cu repetiție.

În timpul producției „pe viu", informațiile rechemate, conferă regizorului posibilitatea să-și concentreze atenția aproape în exclusivitate în direcția desfășurării programului, fiind eliberat de urmărirea și efectuarea unui număr mare de manevre. Sistemul automat permite modificarea ordinei operațiilor, duratei lor, inclusiv trecerea rapidă în modul de lucru manual.

Mixerele moderne de televiziune mai utilizează microcalculatoare pentru realizarea unui mod simplu de interconectare a celor două unități funcționale : pupitrul de comandă aflat la dispoziția regizorului și cabinetul cu circuite de procesoare situat într-o încăpere separată.

Mixerele din generațiile mai vechi au unitățile lor conectate cu zeci de kilometri de conductoare, ceea ce majorează sensibil costul echipamentului. În schimb pupitrul și cabinetul unui mixer cu calculator sînt legate cu o pereche de conductoare pe care sînt transmise date numerice în ambele direcții : comenzi efectuate de regizor spre cabinet și informații de semnalizare și afișaj, spre pupitru. Datele sînt transmise succesiv în pachete denumite „telegrame" și au formatul asemănător celui utilizat la teleimprimatoare.

Atît cabinetul cît și pupitrul sînt prevăzute cu un microcalculator. Adăugînd și microcalculatorul alocat memoriei destinate conservării stărilor mixerului, s-a obținut un sistem complex de microcalculatoare interconectate. Procedeul de comunicație între ele are denumirea stranie de „stăpîn și sclav". Configurația descrisă este concepută pe baza următoarei ierarhii : microcalculatorul cabinetului are rolul principal și este „stăpînul" ; lui îi sînt

subordonate microcalculatorul pupitrului și cel al memoriei, ambele îndeplinind rolul de „sclavi".

Această abundență de microcalculatoare, aparent foarte costisitoare, este mai avantajoasă sub aspect economic decît dacă s-ar utiliza un singur calculator cu un program de funcționare mai laborios. În varianta cu mai multe calculatoare, legătura cu interiorul sistemului „stăpîn și sclav" din cabinet este realizată de traseele magistralelor de date, adrese și control.

Microcalculatorul pupitrului primește informații ori de cîte ori este acționat de un dispozitiv de comandă, în particular o tastă. El produce un grup de impulsuri în codul binar denumit „cuvînt de cod", care conține informații referitoare la funcția tastei și numărul ei de identificare. Datele sînt expediate la cabinet sub forma unei telegrame, pe o singură pereche de conductoare.

Microcalculatorul principal, „stăpîn", din cabinet primește datele, le decodifică și expediază circuitului de execuție o comandă pentru deschiderea sau închiderea unui dispozitiv cu două stări, în particular, conectarea sau deconectarea unei încrucișări într-o matrice video. După finalizarea operației, același microcalculator verifică starea dispozitivului de execuție și expediază în sens invers la pupitrul mixerului o telegramă codificată de confirmare a efectuării comenzii întreprinse de regizor. Informația este decodificată de microcalculatorul pupitrului și trimisă circuitului de execuție reprezentat, de exemplu, de becul tastei acționate anterior. Becul se iluminează indicînd că acțiunea a avut loc.

În modul de lucru cu memorare, microcalculatorul „sclav" din cabinet introduce direct informații în memorie, așa cum s-a arătat în etapa de pregătire a programului. Datele rechemate din memorie în timpul lucrului „pe viu" sînt expediate microcalculatorului principal. Acesta le decodifică, acționează circuitele de execuție și transmite microcalculatorului din pupitru telegrame de confirmare, utilizînd suportul obișnuit de comunicație. Ca urmare a modului de lucru automat, afișajul tastelor se desfășoară în ordinea în care au fost acționate de regizor în etapa de pregătire a programului, de această dată, fără intervenția utilizatorului.

9. RECEPTORUL DE TELEVIZIUNE

În anii premergători celui de-al doilea război mondial, echipamentele de producere a programelor de televiziune laolaltă cu primele receptoare erau prezentate destul de frecvent publicului, cu intenția de a stimula interesul general în favoarea acestei tehnici.

După ce televiziunea s-a afirmat definitiv ca ramură a electronicii, contactul cu milioanele de telespectatori a fost și continuă să fie menținut prin intermediul televizorului.

Primele receptoare de televiziune erau asemănătoare unor piese grele de mobilier, iar carcasele lor excelau în elemente artistice de decor. Unul din aceste exemplare voluminoase, aflat astăzi la muzeul tehnic din Londra a aparținut unui australian. A fost cumpărat în anul 1932 pentru recepția emisiunilor de televiziune difuzate de B.B.C. în banda de unde scurte a radiodifuziunii, pe lungimea de 25 m. Definiția imaginii era extrem de modestă, corespunzătoare unui număr de 50 de linii de explorare.

Apariția primelor receptoare moderne de televiziune a adăugat o nouă dimensiune comunicațiilor și răspîndirii informațiilor în societate.

Cu patru decenii în urmă mai existau oameni pentru care radioul constituia încă un mister. Reproducerea imaginilor pe micul ecran a fost pentru ei și poate pentru mulți alții un eveniment surprinzător și inexplicabil.

În legătură cu intrarea televizorului în mediul familiar, circula cu ani în urmă o istorioară cu humor nevinovat. O bătrînică dintr-un ținut îndepărtat își termina preocupările zilnice și se așeza în fața televizorului la ora începutului emisiunii. Era ferm convinsă că personajele apărute pe micul ecran i se adresează direct și nu concepea să se prezinte „în fața lor" decît îmbrăcată cu ceea ce avea mai bun.

Specialiștii care se ocupă de întreținerea televizoarelor povestesc o mulțime de întîmplări hazlii, unele din ele cu consecințe neplăcute.

Un posesor de televizor, un om gospodar și îngrijit, hotărî să curețe aparatul înainte de a-l prezenta unui depanator. A făcut-o cu multă minuțiozitate și după terminarea operației a adăugat un strat de vopsea metalică pe șasiu, conexiuni și piese. În acest mod, a fost abandonat iremediabil probabil cel mai curat televizor care a existat cîndva.

Receptorul de televiziune este un aparat complex, iar verificarea și repararea lui intră în sfera competenței personalului specializat. Acesta este cazul aparaturii electronice în general. Producătorii de echipamente electronice avertizează beneficiarii că introducerea în funcție a unui aparat și intervențiile în circuite sînt admise numai după consultarea manualului de exploatare. O astfel de invitație este însoțită deseori de mijloace vizuale atractive, destinate să convingă utilizatorul (fig. 33).

Pe de altă parte, nenumărații amatori din rîndul celor cu alte profesii se preocupă cu pasiune de meșteșugul electronicii, ceea ce demonstrează că tehnica recepției ima-

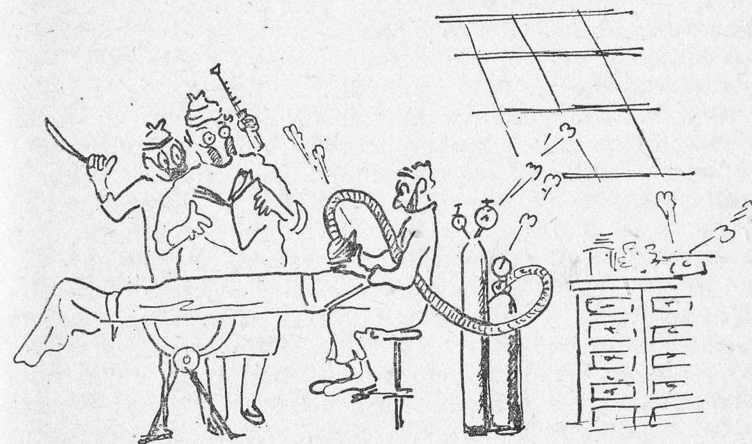


Fig. 33. Desen sugestiv care invită specialiștii să-și însușească documentația tehnică înainte de efectuarea „operației".

ginii de televiziune constituie un domeniu cu accesibilitate largă.

La început, aspectul general al receptorului de televiziune și de radio avea multe elemente comune, cu excepția tubului cinescop, un dispozitiv specific care a influențat întotdeauna volumul și gabaritul televizorului. Antena și cablul de coborîre, sînt și ele specifice recepției undelor electromagnetice cu frecvențe mari care depășesc 60 de milioane de oscilații pe secundă. În timpul propagării în spațiu, semnalul de televiziune pierde energie și are la intrarea în televizor o mărime infimă de cîteva zeci de milionimi de volt. Din acest motiv, calitatea imaginii recepționate depinde în mare măsură de asigurarea unor condiții bune de captare a semnalului.

O antenă corectă trebuie să fie orientată în direcția emițătorului, să fie situată la înălțime suficientă și să corespundă lungimii de undă a semnalului. Aceste condiții implică utilizarea unei antene pentru fiecare canal recepționat, sau a unei antene de bandă largă acoperitoare pentru mai multe canale. Imaginile cu zgomot sau contururi multiple sînt cauzate de cele mai multe ori de antene instalate necorespunzător, sau legate incorect cu cablul de coborîre.

De la intrarea în televizor, pînă la electrodul de acționare a tubului cinescop, semnalul captat este amplificat de milioane de ori. S-a constatat însă că diferitele frecvențe componente ale semnalului difuzat de emițător sînt influențate selectiv pe durata propagării în spațiu, de factori perturbatori. Din această cauză, semnalul video separat din purtătoarea de înaltă frecvență nu poate fi utilizat direct pentru comanda tubului cinescop, chiar dacă ar fi amplificat suficient. Imaginea obținută ar fi neinteligibilă, iar sunetul deformat sau inexistent.

Replica fidelă a imaginii transmise de centrul de televiziune poate fi obținută numai dacă se menține o strictă proporționalitate între amplitudinile tuturor frecvențelor cuprinse în spectrul emis și recepționat. În cazul televiziunii ca și în recepția radio, această problemă tehnică a fost soluționată în mod asemănător, prin recuperarea formei inițiale a spectrului.

Trebuie subliniat faptul că refacerea conturului spectral în domeniul de frecvență foarte înaltă este deosebit

de complexă și necesită circuite costisitoare. Din această cauză, receptoarele de televiziune domiciliare transpun semnalul sosit în antenă într-un domeniu spectral inferior celui de frecvență foarte înaltă, denumit „spectrul de frecvență intermediară". Frecvența intermediară se menține nemodificată și independentă de canalul recepționat, ceea ce conferă avantajul de a utiliza un singur set de circuite pentru refacerea formei spectrale.

Semnalul cu frecvență intermediară este rezultatul unei procesări în selectorul de canale. Prima secțiune a selectorului este destinată acordului precis cu emițătorul recepționat. Cea de-a doua secțiune conține un oscilator care produce o oscilație sinusoidală cu frecvență superioară purtătoarei emițătorului recepționat. Ambele secțiuni sînt comutate simultan de telespectator la trecerea de pe un canal pe altul, iar diferența între frecvențele lor se menține constantă independent de numărul canalului recepționat. Ea reprezintă frecvența intermediară.

Etajul televizorului destinat procesării frecvenței intermediare, poate fi comparat cu un clopot. Forma ei vizualizată pe ecranul unui aparat de măsură specializat este asemănătoare cu o cocoașă dublă. Curba, imitînd spatele unei cămile, este recunoscută ușor de specialiști.

Modelarea propriu-zisă este efectuată cu elemente specifice electronicii : bobine, condensatoare, rezistoare și elemente active pentru amplificare, cum sînt tuburile electronice, tranzistoarele și circuitele integrate. Conectate corespunzător în grupuri, ele formează circuite rezonante și amplifică, adăugînd energie acelor componente ale semnalului care au frecvența egală cu frecvența proprie a circuitului rezonant. Plusul de energie este asigurat de elemente active de circuit.

La ieșirea amplificatorului de frecvență intermediară este conectat detectorul : o diodă semiconductoare și un circuit simplu care extrage semnalul video necesar acționării tubului cinescop. Operația mai poartă denumirea de demodulare și constă în separarea semnalului video din oscilația purtătoare care l-a însoțit pînă în acest punct, mai întîi în frecvență foarte înaltă, apoi în frecvență intermediară. Purtătoarea, care și-a îndeplinit funcția, devine inutilă și este eliminată definitiv din circuitul demodulator.

Înainte de aplicare la tubul cinescop, semnalul video este amplificat de cîteva zeci de ori pînă la un nivel la care poate acționa electrodul de comandă al fasciculului electronic.

Etajul detector video mai conține un circuit simplu pentru extragerea sunetului însoțitor. Procesarea lui ulterioară și redarea în difuzorul televizorului este efectuată cu circuite specifice tehnicii radioului.

Pe lîngă etajele cuprinse între borna de antenă și tubul cinescop, care constituie calea de semnal, în televizor mai sînt incluse circuitele de sincronizare și baleiaj, destinate deplasării fasciculului electronic.

Informația de sincronizare este extrasă din semnalul video cu mijloace simple, Ea este dispusă între nivelul zero și aproximativ 30% din mărimea semnalului de televiziune. Acest mod de asociere a celor două componente facilitează separarea între ele.

Curenții care acționează bobinele de deflexie în direcție verticală și orizontală sînt produși de circuitele oscilatoare, iar formele lor sînt diferite de cele sinusoidale. Deplasarea fascicului cu viteză constantă în timpul cursei directe și întoarcerea lor cu viteză mare în timpul cursei inverse poate fi inițiată numai dacă bobinele sînt parcurse de curenți cu o formă care sugerează asemănarea cu dinții unui fierăstrău. Astfel de curenți sînt generați separat, cu frecvențe diferite pentru baleiajul în direcție orizontală și verticală.

Generarea tensiunii de forma dintelui de ferăstrău se bazează pe încărcarea liniară a unui condensator într-un interval de timp egal cu durata cursei directe a fasciculului și descărcarea lui rapidă în scopul reproducerii cursei inverse. Relația de temporizare este asigurată de celelalte elemente ale generatorului de oscilații nesinusoidale și este controlată cu exactitate de impulsurile de sincronizare extrase din semnalul video.

Imaginea de televiziune produsă în studiou este redată pe micul ecran într-o modalitate care imită translația geometrică punct cu punct a tuturor elementelor ei. Acest rol revine impulsurilor de sincronizare.

În etajele finale ale circuitelor de baleiaj sînt produse tensiuni care ating nivelul miilor de volți. Valoarea lor este invers proporțională cu durata curselor fasciculului

electronic. Cel mai scurt interval de timp, cîteva milionimi de secundă și în mod corespunzător viteza cea mai mare de deplasare a fasciculului, este înregistrată în direcție orizontală, pentru revenire din extremitatea din dreapta la extremitatea din stînga a ecranului. Mișcarea este inițiată de etajul final al baleiajului în direcție orizontală, cu ajutorul unei tensiuni de cîteva mii de volți. Această tensiune produsă în timpul cursei inverse mai este utilizată și în alte scopuri, între care cel mai important constă în accelerarea electronilor extrași din catodul tubului cinescop și direcționați spre ecran.

Pentru alimentarea electrodului principal de accelerare al tubului, vîrful de tensiune generat de etajul final este majorat cu ajutorul unui transformator ridicător pînă la cîteva zeci de mii de volți. Circuitele destinate producerii înaltei tensiuni, inclusiv conexiunea cu tubul cinescop sînt protejate cu materiale izolatoare și introduse în carcase metalice pentru evitarea pericolului de electrocutare.

Televizoarele în culori conțin toate elementele caracteristice schemei generale ale unui televizor destinat reproducerii imaginilor în alb și negru și au în plus un bloc care procesează informația de colorizare (crominanță).

Semnalul de crominanță este extras din circuitul detectorului video, cu ajutorul unui filtru rezonant acordat pe frecvența subpurtătoarei de crominanță. Subpurtătoarea este modulată în plane perpendiculare care conțin separat componentele culorii roșu și albastru. Pentru demodularea acestor semnale, televizorul este echipat cu un oscilator care generează o oscilație sinusoidală cu frecvența subpurtătoarei de crominanță. Ea trebuie să constituie o replică foarte exactă a subpurtătoarei transmise de centrul de televiziune. Dacă această condiție nu este îndeplinită, receptorul de televiziune în culori trece automat în modul de lucru alb-negru. Corespondența este asigurată de o informație suplimentară de referință transmisă tuturor receptoarelor și care sincronizează oscilatorul din etajul de procesare a culorilor.

Semnalele obținute după demodulare sînt combinate cu semnalul de luminanță în vederea recuperării nuan-

ţelor culorii verde şi aplicate apoi electrozilor corespunzători celor trei fascicule din tubul cinescop.

De la apariţia standardelor de televiziune pînă astăzi, structura schemei bloc a receptorului a rămas nemodificată ; în schimb, timp de patru decenii ea a fost supusă unor ameliorări tehnologice fundamentale. Modernizarea continuă a televizoarelor a fost facilitată în primul rînd de înlocuirea elementelor active de circuit tradiţionale.

Epoca de succes a tuburilor electronice cu vid s-a încheiat după anul 1950, o dată cu implementarea primelor dispozitive semiconductoare. Apariţia tranzistorului a făcut posibilă eliminarea şasiului metalic greu al vechilor televizoare şi micşorarea considerabilă a consumului de curent de la reţea. Televizoarele cu greutate de cîteva zeci de kilograme au fost înlocuite cu aparate mai suple, de cîteva ori mai uşoare, cu circuite imprimate şi consum comparabil cu cel al unui bec de iluminat de putere mică.

Epoca tranzistoarelor a fost la rîndul ei depăşită începînd cu anul 1960 de un produs tehnoloigc mai modern : circuitul integrat. Pastila de material semiconductor utilizată în trecut la fabricarea unui singur tranzistor, are o suprafaţă de aproximativ 1,5 mm^2, reprezentînd limita minimă în raport cu posibilităţile uneltelor mecanice de decupare a materialului. Totuşi, această suprafaţă este suficient de încăpătoare pentru încorporarea mai multor tranzistoare. Interconectate corespunzător şi ambalate într-o capsulă ermetică, ele au preluat în întregime funcţiile unui etaj sau mai multor etaje din televizor. Tehnica integrării continuă să ne surprindă cu performanţele ei. De curînd, au fost introduse într-o singură capsulă peste şase milioane de tranzistoare şi limitele tehnologice posibile nu au fost încă atinse.

La rîndul ei, tehnologia de fabricaţie a tuburilor videoreproducătoare a evoluat continuu. Primele tuburi cinescop erau de forma unei pîlnii de dimensiuni mari, aveau învelişul metalic şi ecranul de formă circulară. Deschiderea conului nu depăşea 45°. Ulterior au fost produse numai tuburi din sticlă, iar unghiul de deschidere a conicităţii a crescut la 90° şi 110°. În sfîrşit, au apărut tuburile cu mască perforată, tuburi cu luminofoarele dispuse liniar în direcţie verticală (PIL), trinitronul şi alte

variante cu o arie de răspîndire mai mică, destinate televiziunii în culori.

În ultimul timp, există tendinţa înlocuirii tubului cinescop cu o folie din material izolator, pe care sînt depuse elemente semiconductoare miniaturale cu proprietăţi electrooptice. Explorarea ecranului este efectuată prin comutare electronică. A fost astfel reactualizată ideea avansată de pionierii televiziunii în urmă cu o sută de ani. Densitatea mare pe unitatea de suprafaţă şi timpul de acces la elementele individuale, pot fi realizate comod cu ajutorul procedeelor de integrare moderne, în schimb, gama valorilor de strălucire nu este satisfăcătoare. Cercetările continuă.

Receptoarele de televiziune moderne şi mai ales cele din clasa „lux“ sînt echipate în ultimii ani cu circuite numerice destinate să sporească gradul de confort oferit telespectatorului, sau să ofere servicii suplimentare. Dispozitivul de comandă la distanţă cu raze infraroşii permite accesul fără fir la reglajele curente ale televizorului, inclusiv schimbarea canalelor. El dublează comenzile cu potenţiometre şi taste localizate pe panoul frontal al televizorului. În această variantă, tastele mecanice sînt înlocuite cu senzori care iniţiază comutarea canalelor prin atingere cu degetul. Unele televizoare sînt prevăzute cu circuite auxiliare pentru afişajul direct pe ecran a unor date referitoare la timpul curent, numărul canalului, sau indicarea acordului cu emiţătorul recepţionat.

Faptul că tubul cinescop este un dispozitiv adecvat şi pentru reproducerea unor mesaje diferite de cele transmise în mod obişnuit de centrele de televiziune, a condus la utilizarea receptorului ca unitate de afişaj a informaţiilor numerice cu caracter general, denumite „date“. Din această categorie fac parte teletextul şi varianta lui videotextul, concepută pentru transmisii pe canale telefonice.

Sfera utilizării receptorului este extinsă şi dincolo de televiziunea radiodifuzată. În ultimii ani beneficiază de popularitate jocurile TV, o aplicaţie a tehnicii numerice în care receptorul îndeplineşte rolul de dispozitiv de afişaj. Caseta procesorului numeric, conţine generatoarele de jucători şi obiecte, levierele de acţionare pentru doi participanţi, generatorul scorului, sunetul însoţitor şi un cir-

cuit de adaptare în frecvenţă înaltă cu intrarea selectorului de canale din televizor. Diversitatea şi complexitatea jocurilor a crescut rapid. În cadrul variantelor implementate cu circuite simple, jucătorii sînt reprezentaţi sub forma unor bare, iar mingea este sugerată de un pătrat cu dimensiuni mici. Din această categorie face parte „tenisul", primul joc conceput pentru micul ecran. Variantele mai recente conţin microcalculatoare ; numărul formelor şi diversitatea culorilor este mai mare, iar grafica obiectelor redate este asemănătoare desenelor animate. Desfăşurarea acţiunilor este sonorizată într-o manieră adecvată, pentru a crea ambianţa necesară jocului. Programele jocurilor pot fi înregistrate în memorii semiconductoare sau pe bandă magnetică de casetofon.

10. TELEVIZIUNEA DIFUZATĂ PRIN CABLU

Propagarea semnalului de televiziune radiodifuzat este afectat de perturbaţii. Mai ales în zonele cu relieful frămîntat, sau în centrele urbane, detaliile imaginii sînt însoţite de contururi multiple denumite şi „imagini fantomă". La antena de recepţie a telespectatorului ajung împreună cu semnalul direct, componentele lui întîrziate prin reflexie. Construcţiile din beton armat, turnurile metalice, braţele macaralelor, acoperişurile de tablă aflate în apropiere, pot constitui cauza apariţiei „dublurilor" supărătoare, iar în situaţii limită fac imposibilă redarea inteligibilă a imaginii.

Sistemele de transmisie prin cablu au apărut în deceniul al V-lea al secolului nostru, cu rolul iniţial de a înlătura inconvenientele care însoţesc recepţia individuală a semnalului de televiziune. Ideea nu este cu totul nouă. Înainte de cel de-al doilea război mondial, în Uniunea Sovietică şi Marea Britanie existau reţele asemănătoare destinate radioului, cunoscute sub denumirea de „radioficare". Ele sînt utilizate şi astăzi pentru sonorizări în parcuri, baze sportive şi de agrement sau şantiere.

Prin analogie cu termenul consacrat în tehnica radioului, în televiziune, corespondentul radioficării este „teleficarea". Totuşi, noua noţiune nu are o circulaţie largă. În literatura de specialitate a fost asimilată denumirea prescurtată CATV provenită din asociaţia cuvintelor „cablu" şi „televiziune".

Funcţiile televiziunii prin cablu s-au diversificat treptat, datorită noilor servicii prilejuite de răspîndirea calculatoarelor, posibilitatea recepţiei directe de la sateliţi, apariţia centrelor de difuzare comercială a televiziunii, etc.

Un astfel de sistem dispune de o instalaţie centrală şi reţele de distribuţie care folosesc cabluri coaxiale de tip

obişnuit, ramificate spre abonaţi. Întreaga configuraţie are aspectul asemănător unui arbore, sau are forma unei stele.

În centrul de recepţie al sistemului de difuzare este amplasată o antenă direcţională cu cîştig mare şi protecţie specială în raport cu reflexiile şi alte semnale nedorite, generatoarele pentru frecvenţele purtătoare ale semnalelor transmise prin cablu, modulatoarele video, echipamentele de comutare şi mixare asemănătoare celor dintr-un studiou de televiziune.

Sistemele CATV pot transmite cu un singur cablu coaxial peste 30 de canale de televiziune. Ele ocupă o porţiune dintr-o bandă al cărei spectru este mărginit în partea inferioară de frecvenţa de 40 MHz şi aproximativ 400 MHz în partea superioară. Fiecărui canal îi este alocat un domeniu, prin modularea unei purtătoare. Reţeaua de distribuţie este prevăzută cu amplificatoare intermediare amplasate la intervale de cîteva sute de metri şi separatoare comandate centralizat care pot închide şi deschide accesul semnalelor spre ramificaţii. La abonaţi mai sînt instalate unităţi terminale care schimbă frecvenţa purtătoarei utilizată pentru transmisie, în scopul adaptării cu canalele receptorului de televiziune.

Televiziunea prin cablu poate fi concepută pentru un număr mic de receptoare în cazul unei simple instalaţii de antenă colectivă destinată distribuţiei programelor radiodifuzate, sau pentru servicii suplimentare adresate unui număr de mii sau zeci de mii de abonaţi. În cea de-a doua variantă, intervine aspectul important al evidenţei şi protecţiei serviciilor oferite cu plată.

Unul din procedeele utilizate în astfel de sisteme constă în suprimarea intenţionată a semnalului de sincronizare care însoţeşte informaţia video, pentru acele posturi de recepţie cărora nu le este adresat programul. În lipsa sincronizării, imaginea alunecă în direcţia orizontală şi devine neinteligibilă. Metoda este simplă, dar neeficientă. Există receptoare de calitate superioară insensibile faţă de astfel de interdicţii. Pe de altă parte, perturbaţia poate fi uşor înlăturată cu circuite electronice adecvate.

Alte procedee de protecţie, mai eficace, constau în inversarea cu o periodicitate aleatoare a semnalului video

necunoscută de beneficiar, combinată cu deteriorarea sincronizării.

În consecinţă, receptoarele conectate într-o reţea de televiziune prin cablu trebuie să fie echipate cu un convertor de frecvenţă şi un dispozitiv de decodare adecvat care recunoaşte „cheia" procedeului de protecţie a semnalului. Astfel de măsuri pot satisface condiţiile impuse de un sistem cu abonament prestabilit.

Pentru servicii cu plată pe vizionare, care permit abonatului să solicite un program la alegere, a fost necesară adoptarea unor soluţii tehnologice complexe bazate pe utilizarea calculatorului. În esenţă, toţi abonaţii sînt conectaţi permanent cu cablul coaxial prin care sînt difuzate diferite programe. Fiecare post de recepţie este nominalizat cu o adresă, cunoscută de calculatorul din centrul de difuzare. Accesul la canalul şi conţinutul solicitat este deschis în urma unui dialog, adică a unui schimb de date între terminalul abonatului şi centrală, care utilizează acelaşi suport fizic de comunicaţie : cablul coaxial. Pentru formularea numerică a comenzii, pe panoul televizorului este amplasată o claviatură miniaturală. La rîndul lui, calculatorul recunoaşte expeditorul cererii, trimite în sens invers o adresă pentru decodorul aflat în televizor şi odată cu ea deschide intrarea semnalului solicitat.

De obicei, instalaţia de decodare este amplasată în exteriorul domiciliului beneficiarilor, abonatul avînd la dispoziţie numai o unitate simplă de comandă, puţin costisitoare.

Faptul că televiziunea prin cablu şi-a asociat un sistem suplimentar pentru comunicaţie bidirecţională, a ridicat probleme noi legate de eliminarea interferenţelor posibile între fluxul de date numerice şi semnalul video de natură analogică, vehiculate împreună prin acelaşi cablu coaxial. Propunerile referitoare la subîmpărţirea întregii benzi disponibile pe categorii de informaţii, nu au condus la formularea unui standard internaţional. S-a acceptat însă în unanimitate alocarea părţii inferioare a domeniului, cu aproximaţie între 5 şi 25 MHz, pentru dialogul între telespectator şi centrul de difuzare. Este de asemenea sugerată extinderea limitei superioare a acestei subbenzi, de la 25 MHz la 186 MHz, avîndu-se în vedere

interesul manifestat de public pentru transmisii de date sub formă de texte și într-un viitor încă neprevizibil a programelor video numerice.

În stadiul actual și în funcție de opțiunile locale, aproximativ jumătatea superioară a spectrului de frecvențe este folosit în principiu pentru „oferte permanente", adică recepția programelor naționale și regionale de televiziune, programe recepționate de la sateliți, buletinul meteorologic, programe specializate pentru grupuri de telespectatori cu plata pe vizionare cum sînt : filmele, manifestațiile sportive, informațiile financiar-bancare, tranzacțiile comerciale etc.

Partea inferioară a benzii este recomandată pentru distribuția datelor referitoare la comanda instalațiilor domiciliare, a sistemelor de încălzire, apelurilor urgente, alarmare, supravegherea locuinței, afișarea stării performanțelor rețelei de distribuție, furnizarea de programe pentru calculatorul personal. Mijloacele tehnologice actuale permit diversificarea acestor servicii, dar eficiența lor este decisă numai de opțiunile factorului uman. Preferințele publicului sînt orientate mai ales în direcția recepției programelor transmise de sateliți.

Numărul din ce în ce mai mare de videocasetofoane particulare denotă dorința telespectatorilor de a-și organiza singuri timpul și programul pe care vor să-l vizioneze. Între această tendință de programare personală și cea prestabilită oferită de televiziune, succesul serviciului colectiv poate fi asigurat numai prin participarea activă a beneficiarilor la elaborarea conținutului difuzat prin cablu. Această idee este veche, dar, pînă în anii din urmă, cererile beneficiarilor erau primite pe cale telefonică, în consecință, numărul celor serviți simultan cu un anumit program precum și cantitatea de informație difuzată era limitată.

Calculatorul deschide noi posibilități relației cu telespectatorul. El se familiarizează treptat cu utilizarea terminalului ecran-claviatură, cu formalismul dialogului, folosind întrebările adresate prin sistem. În 1984 și 1985, în Franța au avut loc experiențe de testare a publicului în vederea întocmirii unui concept de programare participativă. Un astfel de eveniment a fost ocazionat în 1985 de „Săptămîna franceză a comunicațiilor audiovizuale" și realizat cu ajutorul satelitului *Telecom-1*. Programul a fost preluat de nouă centre de televiziune prin cablu cu un număr total de 50 000 de participanți. Abonații au răspuns inițiativei de a alege prin vot un film artistic. Terminalele simple montate pe televizor au permis obținerea unor informații detaliate, necesare exprimării avizului.

Materializarea acestor proiecte este susținută de existența unor videoteci, biblioteci în care sînt depozitate un număr mare de discuri și casete destinate înregistrării semnalului video. Rețeaua de distribuție este construită cu fibre optice pentru lungimile de undă de 850 nanometri[1] și 1 300 nanometri. Banca de imagini cu discuri magnetice video folosește echipamente de redare cu laser comandate de calculator.

Din rîndul serviciilor suplimentare oferite de unele sisteme de distribuție prin cablu face parte și videotex-ul. Multitudinea alternativelor în care televizorul poate fi folosit ca receptor al informațiilor video și audio pare să sfideze posibilitățile lingvistice de a găsi termeni adecvați să caracterizeze apariția noilor variante informaționale.

După teletext, primul sistem de transmisie numerică a literelor, cifrelor și formelor grafice simple în interiorul canalului analogic de televiziune, a apărut videotextul, care utilizează un canal de telefonie aproximativ în același scop. Spre deosebire de videotext, sistemul videotex are alocat în întregime un canal de bandă largă echivalent cu cel necesar unei transmisii obișnuite a semnalului video. Pe lîngă cifre și litere, videotexul conține reprezentări grafice de mare fidelitate și imagini, deci, necesită o comunicație rapidă a datelor care depășește debitul informațional al liniilor telefonice. Popularitatea acestui serviciu depinde de accesul lui la bănci de date naționale și locale, de dezvoltarea posibilităților de interfațare cu surse cît mai diverse de informații care se pot constitui ca stocuri de programe video. Apariția de dată mai recentă a discurilor video oferă, în raport cu casetele video, posibilitățile de extindere a capacității de memorare și accesul mai rapid la mesajele înregistrate. Deocamdată, pentru europeni, atracția video-

[1] Un nanometru = 10^{-9} metri.

texului pare să fie limitată în comparaţie cu transmisiile de programe muzicale, distractive şi de filme. Perspectivele lui de viitor vor fi probabil conturate mai clar în măsura în care se va extinde cererea de programe pentru calculatoarele personale, o preocupare al cărei debut este destul de recent.

Calculatoarele personale au devenit din ce în ce mai răspîndite. Familiile cu copii şi-au asociat calculatorul în scopuri educative. Jocurile generate cu ajutorul calculatorului prezintă de asemenea o mai mare atracţie pentru tineret, dar şi pentru vîrstnici. Costul acestor aparate domiciliare scade continuu pe măsura creşterii popularităţii lor, în timp ce valoarea programelor distribuite pe căi obişnuite la beneficiari, se menţine încă ridicată. Mai mult chiar, criza de programe este evidentă.

Instituirea noului sistem de distribuire a programelor pentru calculatoarele personale, combinînd tehnologia difuzării prin satelit şi televiziunea prin cablu cu o sursă specializată de concepere a programelor, face ca acest obiect familial să-şi sporească utilitatea. Un sistem de televiziune prin cablu în care este inclus acest serviciu, a fost instituit în 1983 la Otawa, în Canada, în cadrul reţelei cu comunicaţie bidirecţională NABU. Din anul 1984, sistemul a fost extins prin intermediul satelitului şi este recepţionat în Virginia (S.U.A.). Calculatorul beneficiarilor trebuie să încorporeze o memorie cu acest aleator de tipul RAM cu o capacitate minimă de 64 000 de biţi. Numai cu această condiţie pot fi obţinute reprezentări grafice detaliate, colorizate corespunzător şi însoţite de sonorizare. Programele furnizate prin sistemul NABU sînt produse în cadrul centrului şi modelate pe baza unui sistem de dezvoltare a aplicaţiilor care include simularea minicalculatorului deţinut de posesor. La abonat, datele recepţionate sînt reproduse direct pe ecran, cu repetiţie, pot fi înregistrate pe o casetă, eventual pe o imprimantă, dacă beneficiarul este prevăzut cu astfel de periferice. Împreună cu modulele de interfaţare, circuitele de intrare-ieşire, memoriile şi programele, calculatoarele personale pot fi utilizate în aplicaţii diverse : educaţie, divertisment, informaţie, comunicaţie, automatizarea comenzilor, pază şi securitate, tranzacţii etc. Terminalele instalate la abonaţi sînt concepute în

vederea unei exploatări simple, întrucît beneficiarii sînt de obicei puţin tentaţi să folosească manuale de instrucţiuni.

Coordonatele cuprinzătoare ale dezvoltării televiziunii prin cablu îndreptăţesc presupunerea că această tehnică va deţine în viitor rolul preponderent în cadrul sistemelor de comunicaţie (fig. 34). Se consideră că toate serviciile cu caracter informaţional imaginate de oameni, vor fi vehiculate de o singură reţea universală. Avînd în vedere posibilităţile extrem de largi pe care le poate oferi materializarea acestei idei, s-ar crea premizele necesare ca visul omenirii, „lucrul la domiciliu“ să devină o realitate.

★

Cablurile coaxiale constituie un mijloc eficace de transmitere a informaţiilor. Deşi s-au făcut progrese în direcţia perfecţionării aspectelor calitative şi cantitative ale instalaţiilor, totuşi, cablul ca suport fizic de comunicaţie prezintă unele dezavantaje. Conductorul este susceptibil la modificarea cîmpului magnetic şi electric din vecinătate şi la rîndul lui, induce prin interferenţă semnale perturbatoare în conductoarele apropiate. În plus, propagarea în cablu este însoţită de atenuări proporţionale cu frecvenţa de lucru.

Aceste dezavantaje sînt înlăturate prin înlocuirea cablului coaxial cu fibre optice, materiale cu transparenţă mare care ghidează lumina monocromatică.

Primele fibre optice destinate telecomunicaţiilor au fost produse în anul 1972. Tehnologia lor de fabricaţie impune exigenţe deosebite, în primul rînd referitoare la puritatea sticlei. Impurităţile nu trebuie să depăşească un atom la un milion de atomi ai materialului.

Fibrele optice sînt uşoare şi au capacitatea de a transmite un debit de informaţie uriaş. Tehnologiile de fabricaţie moderne au condus la ameliorarea continuă a proprietăţilor mecanice şi funcţionale. Atenuarea semnalelor este mai mică de o jumătate de decibel pe kilometru, independent de temperatură. Pierderile mici la transmisii face inutilă utilizarea amplificatoarelor intermediare, indispensabile în sistemele cu cabluri coaxiale.

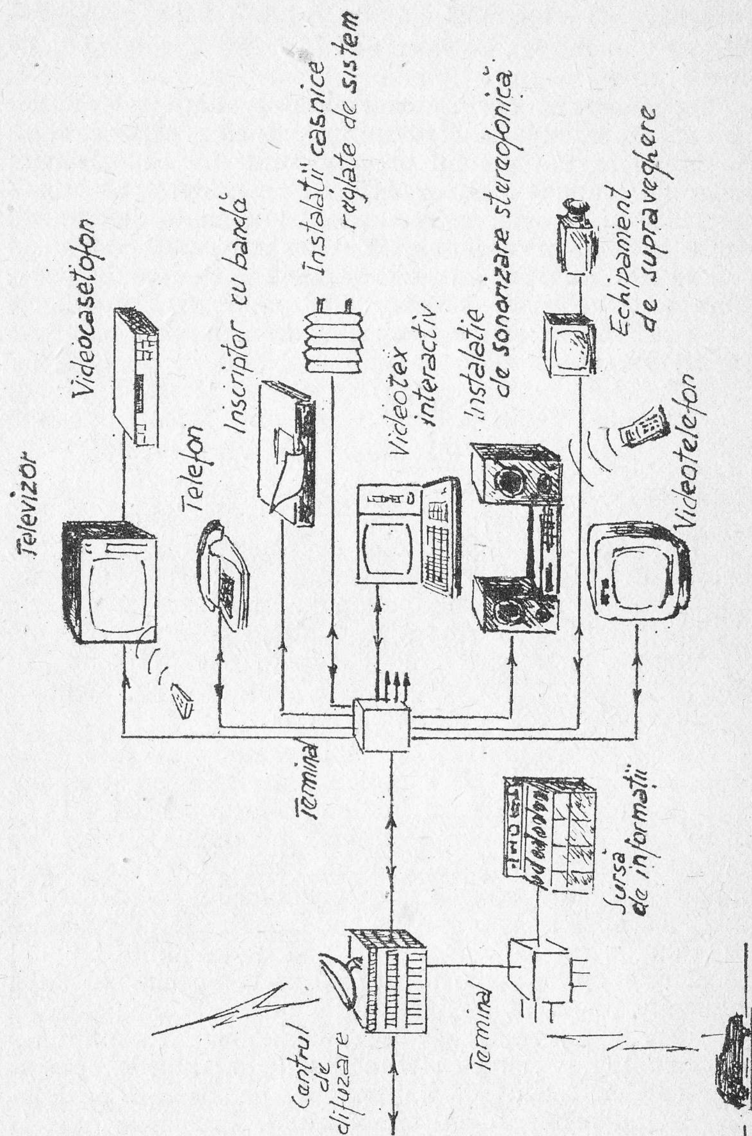


Fig. 34. Post de abonat într-un sistem de televiziune pe cablu cu bandă largă.

Primele fibre optice au fost concepute pentru surse de lumină monocromatică al căror spectru este localizat în domeniul de la 800 la 900 de nanometri. Diametrul miezului care asigură propagarea fasciculelor optice era destul de mare, între 50 și 125 de micrometri[1]. Lumina intră în fibra optică sub diverse unghiuri și parcurge prin refracție căi diferite. Pe traseul mai apropiat de axul fibrei, fasciculele de lumină ajung la destinație înaintea celorlalte. Din cauza indicilor de refracție diferiți la contactul între miez și stratul înconjurător, rezultă o limitare a benzii semnalului transmis.

În urma unor ameliorări tehnologice costisitoare, s-au obținut fibre optice cu comportament adecvat transmisiilor de televiziune, care permit tuturor fasciculelor de lumină să parcurgă aproximativ în timpi egali întregul traseu. Diferențele de timp sînt mai mici de 0,5 nanosecunde, iar banda de trecere rezultată este mai mare de 1 GHz.

În afară de indicele de refracție, limitarea benzii mai poate fi cauzată de neomogenitatea materialului. Materialele care conțin siliciu, destinate transmisiilor cu lungimile de undă de 1 200—1 600 nanometri, nu prezintă practic dispersii ale compoziției, o particularitate care încurajează utilizarea acestui domeniu pe lîngă cel inițial între 800 și 900 nanometri.

Deoarece spectrul sau lărgimea de bandă totală care poate fi transmisă prin fibra optică reprezintă însușirea cea mai interesantă pentru comunicațiile de televiziune, cercetările au continuat să investigheze acest domeniu. S-a constatat că toate inconvenientele cauzate de întîrzierea diferită la propagare pot fi eliminate dacă fibra nu permite decît transmisia unui singur fascicul de lumină, ceea ce echivalează cu diminuarea diametrului ei pînă la 6 micrometri. Secțiunea devine comparabilă cu lungimea de undă a semnalului și lumina străbate axul fibrei. Tehnologia de fabricație este de o precizie extremă, dar permite obținerea unei benzi de trecere uriașe de 50 000 GHz.

Se presupune că în configurația sistemelor de comunicație cu bandă largă ale viitorului, fibrele optice cu

[1] Un micrometru = 10^{-6} metri.

un singur fascicul de lumină monocromatică, denumite „monomod“, vor fi utilizate pentru distanţe mari, iar liniile de ramificaţie la abonaţi vor fi construite cu fibre al căror indice de refracţie nu permite trecerea unei benzi mai mari de 1 GHz.

Modul de combinare între semnalele care urmează să fie transmise depinde de tipul fibrei optice. În cazul fibrelor monomod, procedeul cu şanse mai bune de generalizare constă în multiplexarea optică a lungimilor de undă. Purtătoarele de lumină sînt utilizate în mod similar cu frecvenţele purtătoare în transmisiile de radio şi televiziune obişnuite. În interiorul benzii de 50 000 gigahertzi sînt alocate purtătoare de lumină monocromatică cu diferite lungimi de undă pentru un număr mare de programe.

Limitarea inerentă a benzii transmise prin cealaltă categorie de fibre optice, cu indice de refracţie variabil, conduce la alegerea unui procedeu diferit, bazat pe multiplexare cu divizarea lungimilor de undă. Este metoda cea mai răspîndită astăzi, deoarece fibrele optice cu performanţe mai modeste şi proporţional mai ieftine sînt preferate în aplicaţii. Sursele optice folosite în acest caz sînt diodele laser. Emisia spectrală a diodelor laser ocupă un interval îngust, de cîţiva nanometri, ceea ce permite transmisia mai multor canale simultan, cu o separaţie suficientă între ele.

În prezent sînt disponibile două categorii de diode laser : cu emisie în domeniul lungimilor de undă de 800 nm — 900 nm, şi 1 200 nm — 1 300 nm. În cadrul primei categorii, se pot transmite simultan şi comod patru canale de televiziune.

Diodele electroluminiscente de tipul LED încorporate în aparatele electronice obişnuite, nu au performanţe adecvate ca surse optice, din cauza emisiei spectrale largi situate între 50 nm şi 100 nm. În această situaţie, pentru evitarea interferenţelor s-ar impune o distanţare mai mare între canale, ceea ce diminuează eficienţa sistemului. Pentru realizarea unei transmisii pe cîteva canale, la intrarea fibrei optice sînt cuplate două pînă la şase diode laser care funcţionează cu lungimi de undă diferite. La recepţie sînt utilizate două tipuri de fotodiode cu caracteristici speciale : fotodiode cu avalanşe sau diode PIN.

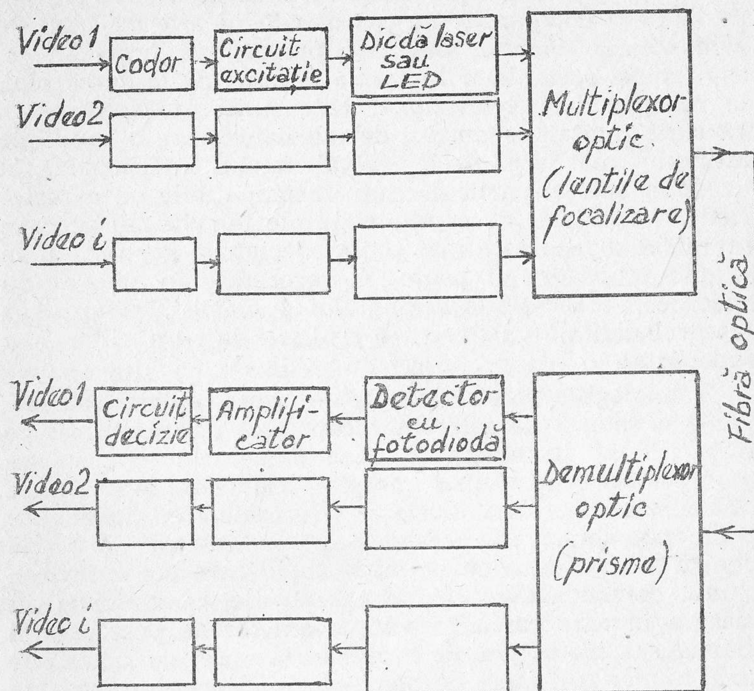


Fig. 35 Transmisie optică cu divizare în frecvenţă.

Unele sisteme de televiziune pe cablu sînt în prezent echipate parţial, sau total, cu fibre optice din ambele categorii tehnologice. Există în funcţie reţele de bandă largă cu fibre optice care transmit semnale de televiziune pînă la o distanţă de 36 km. În cadrul unor aplicaţii mai restrînse, pe baza acestei tehnici, sînt realizate legăturile între antenele sistemelor şi centrele de difuzare ale televiziunii prin cablu.

Eforturile cercetătorilor sînt orientate în direcţia creşterii numărului de canale transmise prin fibră şi, în acest context, se experimentează noi surse optice cum sînt laserii cu o singură frecvenţă.

Toate serviciile adresate publicului în prezent au conţinut informaţional de tip analogic. Această situaţie

reprezintă numai un provizorat. Banda de trecere extrem de largă în comparaţie cu cea oferită de alte mijloace de comunicaţie terestră, deschide perspectiva procesării şi transmisiei semnalelor în formă digitală de la sursă pînă la receptorul de televiziune. Este cunoscut faptul că în varianta digitală, semnalul de televiziune are o bandă de multe ori mai largă decît echivalenta lui tradiţională. Cu excepţia acestei particularităţi, incompatibile cu caracteristicile canalelor de comunicaţie ale televiziunii actuale, semnalul digital este mai puţin afectat de perturbaţii în timpul propagării şi poate fi procesat în modalităţi specifice inaccesibile semnalului analogic. Televiziunea integral digitală va deveni o realitate într-un viitor mai îndepărtat.

Tehnologiile recente bazate pe fibre optice, calculatoare şi sateliţi de telecomunicaţii sînt utilizate încă pe scară redusă. Extinderea şi generalizarea lor este anticipată pentru viitorul mai apropiat, o dată cu modificarea procedeelor de transmisie şi recepţie tradiţionale. Se poate presupune că aceste tehnici, inclusiv atracţia pentru televiziunea cu definiţie superioară vor influenţa ritmul de modificare al canalului de comunicaţie în măsura în care costurile echipamentelor de procesare şi mai ales a instalaţiei de recepţie vor deveni accesibile unui număr mai mare de beneficiari. Există şi argumente în favoarea unor modificări de amploare, simultan cu introducerea semnalului digital în transmisiuni curente radiodifuzate. Independent de faptul că viitorul va confirma una sau alta din previziunile formulate în prezent, televiziunea va continua să-şi extindă funcţiile ca unul din cele mai importante mijloace de comunicaţie.

11. TELEVIZIUNEA ŞI SATELIŢII DE TELECOMUNICAŢII

Imensitatea boltei cereşti a preocupat oamenii dintotdeauna. De la simpla ei observaţie cu ochiul liber, apoi cu instrumente optice din ce în ce mai perfecţionate şi pînă la descătuşarea lanţurilor gravitaţiei datorită căreia sîntem atît de legaţi de Pămîntul nostru, s-au depănat legendele şi istoriile multor mii de generaţii.

În urmă cu trei decenii oamenii au reuşit să lanseze în spaţiul extraterestru un obiect construit pe pămînt. La 4 octombrie 1957 Uniunea Sovietică a deschis epoca sateliţilor artificiali cu satelitul *Sputnik-1*. După U.R.S.S., în anul 1960, S.U.A. a început să lanseze la rîndul ei sateliţi artificiali.

Succesele rapide înregistrate în dezvoltarea tehnicii sateliţilor au făcut posibilă înfiinţarea unei reţele de comunicaţii cuprinzătoare care oferă perspective noi de extindere a serviciilor de televiziune.

Utilizarea sateliţilor ca mijloace de telecomunicaţie este direct legată de tehnica transmisiunilor cu ajutorul microundelor. Spectrul disponibil pentru noua activitate este situat dincolo de limita superioară a celui ocupat de radio şi televiziune în transmisiunile terestre.

Circuitele electronice destinate frecvenţelor foarte înalte, care corespund lungimilor de undă mai mici de 10 cm, sînt mult mai complexe şi mai costisitoare decît echivalentele lor din tehnica tradiţională a radioului şi televiziunii. În compensaţie, aceste lungimi de undă extrem de scurte sînt singurele care pot fi focalizate într-un fascicul îngust, în care se concentrează întreaga putere a emiţătorului, iar această însuşire este deosebit de avantajoasă pentru comunicaţii la distanţe mari. În plus, se evită dispersarea energiei semnalului transmis de satelit în exteriorul zonei geografice de recepţie căreia îi sînt destinate serviciile.

Era telecomunicaţiilor prin intermediul satelitului este rodul cercetării interdisciplinare şi a cooperării între specialişti din domenii diferite.

Istoria acestei tehnici, deşi mult prea scurtă, citează numele unui om care a anticipat încă din anul 1945 atît aspectele lansării, cît şi problemele radiocomunicaţiilor cu microunde. Cu 12 ani înainte ca lansarea unui satelit să devină realitate, englezul Arthur O'Clarke şi-a publicat opiniile însoţite de o schemă cu detalii, în revista „Wireless World". În articolul său „Extra-Terrestrial Relays" (Relee de comunicaţie extraterestră) este întîlnit pentru prima dată termenul de „orbită geostaţionară".

Primul satelit care a realizat simultan transmisia unui semnal radio între două puncte terestre a fost balonul *Echo-1*, cu diametrul de 30 de metri şi înveliş reflectorizant. Acest satelit pasiv a fost lansat de NASA în anul 1960.

Satelitul *Syncom-3* plasat pe orbită în anul 1963, a fost utilizat pentru transmisia jocurilor olimpice de la Tokio în anul 1964 şi recepţia lor în Statele Unite.

Pentru acoperirea zonelor nordice ale teritoriului lor, specialiştii sovietici au lansat, începînd cu anul 1965, o lungă serie de sateliţi nesincroni, denumiţi *Molnia*. Sistemul era prevăzut cu 8 sateliţi care ofereau vizibilitate directă staţiilor terestre un interval de timp de şase ore fiecare. Între anii 1965 şi 1980, în U.R.S.S. au fost lansaţi 40 de sateliţi de tipul *Molnia*.

Pentru televiziune, sateliţii de telecomunicaţie geostaţionari reprezintă astăzi singura variantă care polarizează eforturile de cercetare. Ei sînt plasaţi pe o orbită circulară în planul ecuatorului şi apar în poziţie staţionară pentru observatorii de pe pămînt, cu excepţia unei mişcări mici de precesie. Cu preponderenţă sînt utilizaţi pentru două categorii de servicii : transferul programelor de televiziune peste ocean (şi a altor informaţii din domeniul radiocomunicaţiilor) şi transmisia directă la receptoarele telespectatorilor, a programelor de televiziune.

În anul 1964 a fost fondată organizaţia „Intelsat" cu participarea unui număr de state în rîndul cărora se află S.U.A. Primul satelit a fost *Early Bird* lansat în 1965. Era prevăzut cu 240 de canale telefonice sau un canal

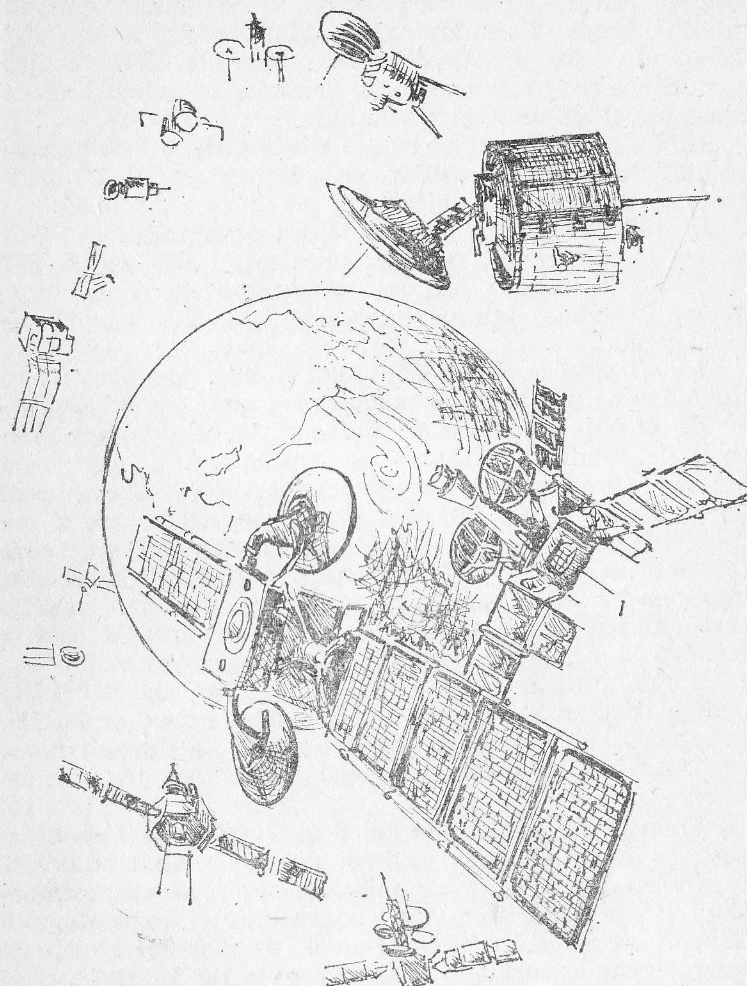


Fig. 35. Sateliţi de telecomunicaţie pe orbite geostaţionare.

de televiziune. În 1980 capacitatea de comunicaţie a sistemului a crescut la 12 000 de canale de telefonie plus două canale de televiziune, de această dată fiind asigurate de echipamentele satelitului *Intelsat-V*. Aria de

8 –

propagare a fost extinsă prin instituirea unei rețele de sateliți plasați deasupra Oceanului Pacific, Atlantic și Indian. În mod practic, cu un număr de trei sateliți geostaționari, pot fi transmise semnale de televiziune în orice punct populat al globului.

În Uniunea Sovietică a luat ființă sistemul de sateliți geostaționari „Intersputnik", cu participarea țării fondatoare și a altor state socialiste.

În 1978, în Europa s-a constituit organizația *Eutelsat* care a lansat sateliți de telecomunicații *ECS-1, ECS-2* și *ECS-3*. Sistemul asigură programe de televiziune pentru rețelele europene occidentale de televiziune prin cablu.

La sfîrșitul anului 1985, după numai două decenii și jumătate de explorare a spațiului cosmic, existau peste 80 de sateliți geostaționari destinați radiocomunicațiilor. În noile condiții, nebănuite cu ani în urmă, Conferința pentru administrarea radiocomunicațiilor, care a avut loc în luna august 1984 și-a înscris pe ordinea de zi, ca problemă stringentă, aglomerarea orbitelor geostaționare. Dezvoltarea ulterioară a comunicațiilor prin sateliți impunea modificări importante ale celor trei componente care alcătuiesc sistemul : satelitul propriu-zis, stația terestră și metodele de acces în ambele sensuri.

Banda utilizată inițial cu o lărgime de 500 MHz pentru transmisii cu frecvența purtătoare de 6 și 4 GHz, cunoscută sub denumirea de „bandă C", a devenit neîncăpătoare în condițiile creșterii capacității de comunicație.

Frecvențele superioare de 8 și 7 GHz au fost utilizate cu titlul de provizorat și numai parțial, datorită rezervării lor aplicațiilor militare. Pe măsura perfecționării tehnologiilor de construcție și exploatare, a devenit accesibilă o nouă bandă de 500 MHz alocată unor semnale purtătoare cu frecvența de 14 și 11 GHz sau 14 și 12 GHz. Acest domeniu a primit denumirea de „bandă Ku" și este folosit de cei mai mulți sateliți aflați în serviciu în anul 1985 : *ECS, Anik C, Intelsat, Loutch, Telecom-1* etc.

Asaltul frecvențelor mari continuă și a fost anticipat din timp. Astfel, încă din anul 1979 existau reglementările necesare pentru comunicații în banda milimetrică,

avînd purtătoarele de 30/20 GHz și un spectru larg de 3,5 GHz. Domeniul a fost explorat cu ajutorul sateliților japonezi *CS-1* și *CS-2*. În prezent există oferta pentru instituirea unui serviciu curent cu satelitul *CS-2* și se experimentează o variantă perfecționată, *CS-3*. În paralel se desfășoară cercetări pentru utilizarea benzii milimetrice în S.U.A., cu sateliții *ACTS* și *Advanced Galaxy Satellite*, iar în Europa cu *L-Sat, Italsat* și *Kopernicus*.

Majorarea capacităților de comunicație este o problemă abordată și pe alte căi. Există posibilitatea utilizării simultane a benzii de frecvență date pentru transmisia mai multor programe, cu ajutorul unor semnale purtătoare propagate în plane diferite : cu polarizare liniară ortogonală sau circulară. Această tehnică implică existența unor antene cu performanțe ridicate, în special la bordul satelitului.

În cadrul cercetărilor destinate sistemului, o atenție specială este acordată metodelor de acces.

În principiu, capacitatea canalului de comunicație poate fi sporită, dacă sînt transmise simultan mai multe informații modulate în frecvență, evident cu purtătoare diferite, sau prin divizarea timpului alocat fiecărei informații. Cele două metode poartă denumirea : *multiplexare în frecvență*, respectiv, *multiplexare în timp*.

Primul procedeu, are o arie mai largă de răspîndire. Întreaga bandă a emițătorului este împărțită în mai multe sub-benzi, cu purtătoare distincte alocate fiecărei stații terestre. O modalitate simplă și eficientă de acces practicată în sistemul *Intelsat*, constă în alocarea la cerere a benzii satelitului unui număr de cîteva sute de purtătoare cu frecvențe diferite, repartizate diferitelor stații terestre. În acest caz, există posibilitatea folosirii unor stații de sol mai puțin complexe și cu un consum redus de energie.

Cel de al doilea procedeu de acces bazat pe multiplexare în timp și-a găsit aplicabilitate în sistemul *Intelsat, Telecom-1* și la sateliții sistemului *ECS*. Semnalele transmise sînt procesate digital, o metodă menită să contribuie la investigarea și generalizarea transmisiilor de televiziune discrete pe canalele de comunicație terestre.

Pe măsura creșterii volumului de informații vehiculat, se manifestă tendința de majorare a volumului și greu-

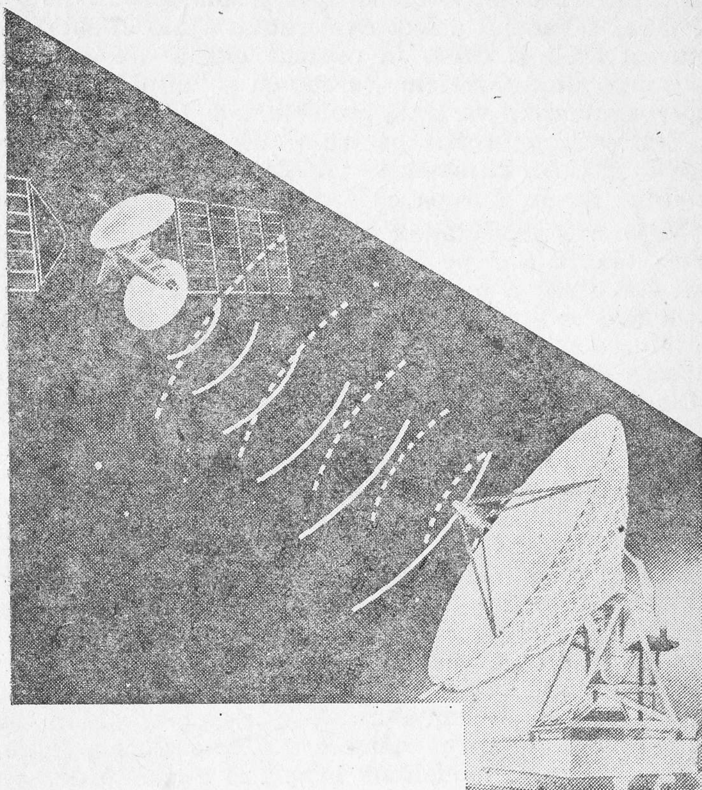


Fig. 36. Antena unei stații de sol pentru emisie-recepție la satelit.

tății releului spațial, iar costul operațiilor de lansare este inevitabil proporțional cu masa obiectului plasat pe orbită. De exemplu, în cazul utilizării rachetei *Ariane*, o reducere de numai 4 kg a masei echivalează cu economisirea unui milion de franci francezi.

Indicatorul de eficiență depinde și de durata de serviciu a satelitului : aproximativ trei ani la începutul acestei activități, șapte-opt ani după 1980 și un deceniu în perspectiva viitorului apropiat. Prelungirea duratei de funcționare nu prezintă interes, întrucît echipamentele instalate la bord nu pot beneficia între timp de ameliorări tehnologice. Deși faptul este în aparență bizar, subansamblele instalate pe sateliți sînt dotate din punct de vedere al tehnicii de vîrf în urma unor realizări mai recente. Toate tipurile de componente sînt verificate amănunțit în multe alte aplicații terestre înainte de a primi „certificatul" de calitate pentru utilizări speciale în spațiul extraterestru. Un astfel de exemplu este tranzistorul MOSFET, un dispozitiv semiconductor pe baza căruia au fost concepute amplificatoare cu raport semnal/zgomot redus, amplificatoare de putere, mixere etc. El a înlocuit amplificatorul cu diodă tunel în echipamentele construite pentru banda C cu purtătoarea de 6 GHz, aducînd după sine o ameliorare a comportamentului față de zgomot, micșorarea numărului etajelor de procesare a semnalului și o reducere corespunzătoare a greutății montajului.

Utilizarea de materiale noi constituie o altă sursă menită să completeze mijloacele de dezvoltare a acestei tehnici : circuitele integrate pentru microunde bazate pe aluminiu, rezonatoarele dielectrice pentru filtre și fibrele de carbon. Rezonatoarele dielectrice au un volum de trei ori inferior cavităților rezonante obișnuite incorporate în circuitele acordate pe frecvențe foarte mari. Fibrele de carbon au o stabilitate bună în raport cu variațiile de temperatură, greutate mică și rigiditate mare, proprietăți solicitate în particular pentru construcția structurilor, antenelor și panourilor solare. Dispozitivele electronice denumite „filtre" s-au diversificat în anii din urmă mai ales ca urmare a dezvoltării tehnicii spațiale. Cu ajutorul lor sînt eliminate interferențele între canalele de comunicație ale satelitului, permițînd folosirea unei singure antene de bord.

Puterea radiată de emițător a crescut de la cîțiva wați în 1965 la peste 200 de wați, ca urmare a îmbunătățirilor aduse emițătorului.

Construcția antenelor de la bord a evoluat mult în raport cu forma primitivă inițială. Antena de tip „horn" utilizată la început a fost înlocuită cu antenele reflector de formă parabolică, avînd ca surse de radiație echivalentul unui număr de cîteva zeci sau sute de „hornuri" convenționale. Astfel de antene sînt pliate în timpul

lansării și desfăcute pe orbita geostaționară. Ele necesită instalații suplimentare și materiale speciale în vederea asigurării funcționalității în spațiul extraterestru.

Prima stație de legătură cu sateliții, de la Plemeur Bodou, a fost concepută pentru banda C. Antena ei, de tipul Cassegrain, are în diametru 30 m. Costul unei stații de sol avînd o antenă cu deschidere mare este evaluat la aproximativ 10 milioane de dolari. Astăzi există stații terestre și cu antene mai modeste, al căror diametru nu depășește cîțiva metri și chiar mai puțin, dacă sînt concepute pentru banda Ku. În acest caz, ponderea prețului de cost revine echipamentului electronic al stației.

Proiectarea stațiilor terestre poate contribui cel puțin în viitorul apropiat la soluționarea inconvenientului legat de aglomerarea orbitelor staționare : interferența între sateliții apropiați. Antenele moderne ale acestor stații cu directivitate îmbunătățită, permit crearea de spații disponibile pentru viitoarele lansări.

Cu toate succesele înregistrate, programele de dezvoltare a sistemului de recepție directă de la satelit sînt încă incerte și confuze. Prima experiență în cadrul acestui program a avut loc în India, în anul 1973. În cadrul ei au fost difuzate emisiuni cu caracter educațional pentru telespectatorii din mediul rural și a avut o durată de un an. Deocamdată se constată o stagnare a acestui gen de experiențe, cauzată de incertitudinea că fondurile alocate pot reveni inițiatorilor programului prin reclame, publicitate și alte mijloace comerciale.

Există și alte aspecte asupra cărora nu s-a ajuns la un consens. Totuși, Conferința internațională pentru administrația radioului și transmisiunii prin sateliți, care a avut loc în anul 1977, a formulat cadrul general de acces al marelui public la programele difuzate și a recomandat în acest scop utilizarea benzii de 12 GHz. Extinderea serviciilor pînă la nivelul centrelor de difuzare a televiziunii prin cablu și într-o etapă ulterioară, accesul direct al telespectatorilor individuali la satelit, depinde în mare măsură de reducerea prețului de cost al circuitelor integrate monolitice și dispozitivelor semiconductoare de tipul MOSFET destinate procesării microundelor.

Instalația de recepție atașată televizorului conține o

antenă, un convertor și un demodulator. Antena de recepție este de tip parabolic cu un diametru de 0,8—2 m și poate fi instalată pe sol sau pe acoperișul clădirilor. Sub antenă este amplasat convertorul care transleazä întregul spectru recepționat într-o bandă de frecvență inferioară situată în domeniul de frecvențe al benzilor IV—V de televiziune. Semnalul este transmis demodulatorului instalat în televizor sau în apropierea lui, cu ajutorul unui cablu coaxial. Demodulatorul produce un semnal compatibil cu standardul și sistemul de televiziune pentru care a fost conceput receptorul beneficiarului. Prezența acestui dispozitiv complex este determinată de faptul că procedeele de transmisie terestră și prin satelit sînt diferite.

Faptul că tehnicile tradiționale de televiziune nu sînt adecvate pentru legături spațiale a fost demonstrat cu ocazia primelor experiențe. Cerințele restrictive impuse ulterior televiziunii în culori pentru asigurarea compatibilității cu varianta în alb și negru a limitat și mai mult posibilitatea folosirii vechilor procedee. Zgomotul inerent produs pe imagine de interferența între purtătoarele de luminanță și crominanță reprezintă un compromis acceptat în canalele de comunicație terestre, în schimb inconvenientele devin extrem de supărătoare în cazul transmisiilor prin satelit, indiferent de sistemul utilizat (PAL, SECAM, NTSC).

Semnalele modulate în amplitudine de tipul celor utilizate în transmisiuni terestre radiodifuzate sînt excluse în transmisiuni spațiale din cauza distorsiunilor introduse de emițătoarele de bord ale căror caracteristici sînt neliniare. Este preferată cea de-a doua variantă larg răspîndită în radiocomunicații terestre și anume modulația în frecvență. Totuși modul de amplasare al subpurtătoarei de crominanță în interiorul spectrului semnalului de luminanță conduce și în acest caz la degradarea semnalului recepționat pe pămînt.

Imaginea este însoțită de scîntei, iar în condiții de propagare defavorabile, fenomenul are aspectul de ninsoare. Inconvenientele pot fi amplificate de orientarea incorectă a antenei de sol, de condițiile meteorologice și mai ales de instalațiile de recepție mai puțin pretențioase.

Din aceste motive a fost necesară o reorganizare a

sistemelor de televiziune în culori (PAL, SECAM, NTSC), constînd din înlocuirea multiplexării în frecvenţă a celor două componente de luminanţă şi crominanţă prin multiplexarea lor în domeniul timp. Acest procedeu poartă denumirea *MAC*. Iniţialele provin din prescurtarea cuvintelor „multiplexare", „analogic" şi „componente". În cadrul acestui procedeu cu tendinţa de a deveni un sistem veritabil de televiziune, subpurtătoarea de crominanţă şi purtătoarea sunetului însoţitor au fost eliminate definitiv.

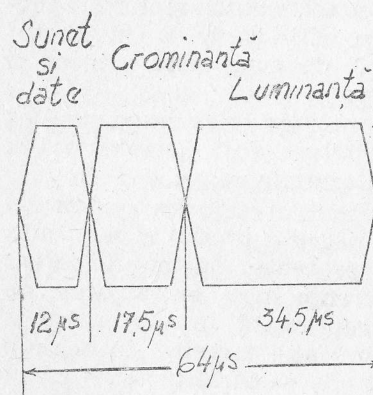


Fig. 37. Configuraţia semnalului de televiziune cu componente analogice multiplexate în timp.

În formatul semnalului *MAC*, componenta de luminanţă urmată de cea de crominanţă sînt transmise pe durata fiecărei curse active a baleiajului în direcţie orizontală. Semnalele diferenţă de culoare cu nuanţele albstrului (B—Y) şi roşului (R—Y) care alcătuiesc componenta de crominanţă sînt comprimate în domeniul timpului de trei ori şi transmise pe rînd, alternativ, în ordinea succesiunii liniilor de televiziune. Porţiunea rămasă disponibilă de la sfîrşitul liniilor este ocupată de semnalul de luminanţă, comprimat la rîndul lui în timp în raportul 3 : 2. Astfel, în normele de televiziune europene, cu durata liniilor de 64 microsecunde, primele 17,5 microsecunde sînt alocate transmisiei semnalului de crominanţă, iar următoarele 35 microsecunde sînt rezervate semnalului de luminanţă.

Ca şi în alte cazuri din istoria televiziunii, nici acest nou sistem de procesare nu beneficiază de un standard unic. Există o varietate de configuraţii *MAC*. Ele au fost concepute în funcţie de particularităţile dezvoltării televiziunii în ţările de origine. Diferenţele constau mai ales în utilizarea intervalului alocat stingerii fasciculului în direcţie orizontală, denumit cursă inversă. De exemplu, în S.U.A., în sistemul *B-MAC*, acest interval este folosit pentru transmisia de date numerice cuprinzînd şi sunetul însoţitor. În sistemul european *C-MAC* sau D_2-*MAC*, datele numerice modulează în frecvenţă o subpurtătoare separată. Se creează astfel disponibilitatea unui număr mare de canale de sunet folosite pentru transmiterea programului în mai multe limbi, muzică stereofonică, eventual date suplimentare cu debit redus pentru schimbul de informaţii cu calculatorul.

Porţiunea repartizată sunetului şi datelor încorporează şi semnalul de sincronizare în formă numerică.

Sistemul *MAC* asigură imagini de calitate bună cu instalaţii de recepţie relativ simple şi puţin costisitoare. Un alt avantaj important constă în compatibilitatea cu televiziunea de înaltă definiţie, care va completa în viitor serviciile televiziunii prin cablu. În sfîrşit, sistemul *MAC* poate proteja cu eficienţă programul transmis cu plata la abonat. Au fost produse experimental circuite care cuprind decodorul componentelor semnalului şi „cheia" de asigurare a exclusivităţii, ambele funcţii fiind implementate într-o singură capsulă integrată. În ultimul timp se experimentează folosirea sistemului *MAC* modulat în amplitudine pentru utilizări exclusive pe canalele televiziunii prin cablu fără acces la satelit.

Acest mod nou de amplasare a semnalului video şi

sunetului prezintă facilități interesante care ar putea modifica în viitor tehnica recepției de televiziune. Anticipînd o astfel de perspectivă, unii producători de camere de luat vederi și videocasetofoane au prevăzut echipamentele lor cu posibilități de funcționare în sistemul *MAC*, ca o completare a semnalelor produse în conformitate cu normele de televiziune tradiționale.

Problemele tehnice legate de recepția de la sateliții de telecomunicație ar putea fi soluționate mai comod dacă unele din secțiunile televizorului ar fi prevăzute cu intrări suplimentare, accesibile direct din exterior dispozitivului de demodulare.

Realizarea practică a instalațiilor destinate acestui mod de transmisiuni continuă să fie investigată, în vederea standardizării și reglementării problemelor referitoare la asigurarea exclusivității programelor difuzate.